

Fortschritte in der Fertigung und Prüfung von Geräten der Nachrichten-ÜbertragungstechnikVon **Gunther Weinmann**, Malsheim (Kr. Leonberg/Württ.)*

DK 621.395.6+621.396.6.002.2.001.4

Grundsätzliches

Die technische Entwicklung hat bei den Nachrichten-geräten in den vergangenen Jahren beachtliche Fortschritte gemacht, insbesondere in bezug auf Raumersparnis, Verrbilligung der Erzeugnisse und größere Betriebssicherheit.

Neue technologische Möglichkeiten und physikalische Erkenntnisse trugen zum Erreichen dieser Ziele bei. Es seien nur erwähnt: gedruckte (geätzte) Leitungen, neue Lötverfahren, weiteres Miniaturisieren der Bauelemente, Ablösen elektromechanischer Bauelemente durch elektronische, weiteres Vordringen der Transistoren, Siliziumgleichrichter usw. Diese Entwicklung führte auch zu neuen Konstruktionsformen (rasche Austauschbarkeit durch Unterteilen der Geräte in Baugruppen), ferner zu niedrigeren Gerätetemperaturen und damit zu einer höheren Lebenserwartung, schließlich zu besseren Fertigungs- und Prüfverfahren.

In den vergangenen Jahren wurde eine große Anzahl von Geräte-Systemen mit verschiedenen Gestell- bzw. Gerätetypen gebaut, bei denen die einzelnen Gestelle viele Baugruppentypen (Verstärker, Dämpfungs- und Regelglieder, Modulatoren usw.) enthalten. Die elektrische Präzision dieser Baugruppen und die hohe Typenzahl führten zwangsläufig zu anderen Fertigungs- und Prüfverfahren, als sie in einer Massenfertigung üblich sind. Dennoch wirkten sich die eingangs erwähnten technischen Fortschritte auf den Fertigungsablauf in seiner Gesamtheit aus und gaben Antriebsmomente für eine Mechanisierung, eine schrittweise Teilautomatisierung und damit für eine Rationalisierung beim Fertigungsablauf auf dem Gebiet der Nachrichten-Übertragungstechnik.

Die Grenze dieser Entwicklung wird durch die Forderung nach gleichbleibender oder noch höherer Betriebssicherheit und in der Nachrichten-Übertragungstechnik durch die verhältnismäßig kleinen Stückzahlen und die vielen Typen bestimmt. Gerade diese Stück- und Typenzahlen wirken sich bei der konventionellen Verdrahtung von Hand ungünstig aus, weil besonders während des Anlaufs eines neuen Gerätetyps verhältnismäßig viele Fehler auftreten. Sie nehmen zwar mit der Zeit ab, werden aber erst gegen Auslauf der Fertigungsserie so klein, wie es wünschenswert ist. Hier bringt z. B. die gedruckte Schaltung eine wesentliche Verbesserung.

Im Hinblick auf die genannten technischen Wege gilt es, folgendes zu berücksichtigen:

1. Der Übergang zur Automatisierung bzw. Mechanisierung und die einzelnen Entwicklungsstufen — vor allem bei den

hochentwickelten Geräten der Übertragungstechnik — müssen genau durchdacht und behutsam durchgeführt werden, wenn nicht die Gerätezuverlässigkeit und die hohe Lebensdauer, welche die Geräte der Nachrichtentechnik bisher auszeichneten, leiden sollen.

2. Jeder Schritt zur Automatisierung ist einer wirtschaftlichen Kontrolle zu unterwerfen, denn die Investierungskosten von automatischen Einrichtungen sind hoch.

3. Vergleiche mit anderen Industriezweigen, die z. B. auf Grund ihrer Erzeugnisarten einen höheren Mechanisierungs- bzw. Automatisierungsgrad erreicht haben, sind nicht ohne weiteres möglich.

Im folgenden wird über einige Probleme, Anforderungen und Erkenntnisse der Geräteherstellung berichtet, und es werden Zahlen genannt, welche die Qualität und die Betriebssicherheit der Geräte bestimmen. Die Gerätequalität wird z. B. stark beeinflusst von der Beschaffenheit und Vorprüfung der elektrischen Bauelemente, dem konstruktiven und schaltungstechnischen Aufbau der Geräte und durch die Methoden und die Sorgfalt der Montage- und Prüfstellen.

Geätzte Schaltplatten

Die Verwendung geätzter Schaltungen ist heute selbstverständlich geworden. Das große Interesse an ihnen ist erklärlich, da sie eine Vorstufe oder ein Teilschritt der Automation sind. Im einzelnen ist bei ihnen zu unterscheiden zwischen gedruckter Leitungsführung und gedruckter Schaltung. Von einigen Ausnahmen abgesehen, werden bei den Geräten der Nachrichten-Übertragungstechnik gedruckte Leitungen verwendet.

Die Baugruppen der Übertragungstechnik sind im Laufe der Jahre in ihrem Volumen ständig verkleinert worden. Die konventionelle Verdrahtung dieser Geräte in drei Dimensionen war jedoch ein Hindernis, diese Arbeitsgänge aus der manuellen in die mechanisierte Fertigung zu überführen. Die gedruckte Leitung und Schaltung auf einer Ebene schaffen einmal die Voraussetzung für eine mechanisierte Fertigung und bieten weitere Vorteile, wie Verhindern von Verdrahtungsfehlern, Gleichmäßigkeit der Serie, größere Sicherheit für die Entwicklungsstellen (da das Laboratoriumsgerät hinsichtlich der Verdrahtung mit dem Gerät in der Fertigung übereinstimmt), größere Betriebssicherheit, übersichtlicher Schaltungsverlauf, dadurch Zugänglichkeit jedes Schaltungspunktes und damit leichtere Wartung der Geräte. Die feste und immer gleichbleibende Anordnung der Kontakte erleichtert die Prüfung der vollständigen Schaltplatte, da ein bequemer und elektrisch sicherer Anschluß, z. B. an einen Prüfplatz, möglich ist. Auf die Herstellung der gedruckten Leitungszüge, wie Drucken, Ätzen, Reinigen usw., braucht hier nicht eingegangen zu werden, da es genügend Schrifttum darüber gibt.

*) Oberg. G. Weinmann ist Mitarbeiter der Standard Elektrik Lorenz AG in Stuttgart und dort Leiter des Prüfbereiches „Prüfleitung Übertragungstechnik“.

Der Aufsatz ist die Niederschrift eines Vortrages, der auf der Tagung der Güteprüfbeamten der Deutschen Bundespost am 18. 3. 1960 gehalten wurde.

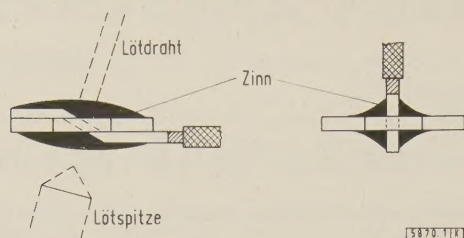


Bild 1. Doppelseitige Lötung.

Trägerplatte

Es seien einige Probleme erwähnt, die gelöst werden mußten, um die geforderte Qualität der gedruckten Platten zu sichern. An erster Stelle steht die Wahl des Trägerplatten-Werkstoffes. In der Regel wird Hartpapier in Sonderausführung — für besondere Fälle auch Trolitul, Glas, Porzellan und dergleichen — verwendet. Dabei sind einmal die mechanische Festigkeit (abhängig von der mechanischen Belastung der Geräte, z. B. bei mobilem Einsatz, und abhängig vom Gewicht der verhältnismäßig schweren Bauelemente, wie Übertrager usw.) und zum anderen die klimatische Beanspruchung der Geräte (wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit) zu berücksichtigen. Als leitender Belag werden in der Regel Kupferfolien von 35 µm Dicke verwendet, die in neuerer Zeit meist auf die Trägerplatte aufgeklebt werden. Es war anfangs schwierig, Klebstoff mit geringer Wärmeempfindlichkeit zu finden, zumal von ihm die zu wählende Löttemperatur und Lötzeit und davon wiederum die Oxydation des Zinnes und die Reaktionsgeschwindigkeit des Lotes mit der Kupferfolie abhängen. Nachdem der Klebstoff heute die geforderte Temperatur aushält, kann man den Lötvorgang so steuern, daß eine optimale Lötstellenqualität erzeugt wird. Ergänzend sei noch darauf hingewiesen, daß die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der geätzten Verdrahtung sehr stark abhängt von den chemischen Eigenschaften der Trägerplatte, der leitenden Schicht und dem Klebstoff, da insbesondere durch Feuchtigkeit Kriechströme zwischen den eng beieinanderliegenden Leiterzügen möglich sind, die eine zum Ausfall der Platten führende elektrolytische Korrosion verursachen können. Die gleichen Korrosionserscheinungen können durch Säuren und Salze entstehen, deren Spuren deshalb restlos entfernt werden müssen. Gegen klimatische Einflüsse werden die Leiterplatten mit einem Schutzfilm versehen. Es ist auch dafür zu sorgen, daß der Ätzprozeß keine Spitzen an den Randzonen des Leiters hinterläßt, da gerade hier — infolge der stärkeren Felder — bevorzugt Kriechströme auftreten.

Bestückungs- und Lötverfahren

Nach dem Herstellen der gedruckten Leiterplatten werden diese mit den mechanischen und elektrischen Bauelementen bestückt, in den meisten Fällen heute noch von Hand. Das Fernziel ist ein automatisches Bestücken, bei dem die zu gerichteten Bauelemente von einer Maschine in die Aufnahmelöcher der Platte eingesetzt werden.

An gedruckten Schaltplatten sind grundsätzlich die drei Lötarten Kolbenlötung, Tauchbadlötung und Tauchwellenlötung möglich.

Eine gute Qualität der Lötstellen ergibt bei der Kolbenlötung die doppelseitige Lötung (Bild 1). Mit diesem Ver-

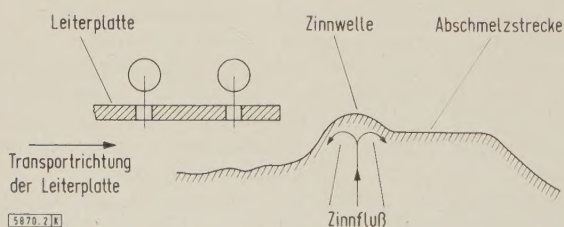


Bild 2. Tauchwellenlötung.

fahren können Ausfallraten von weniger als 0,01 bis $0,05 \cdot 10^{-3}$ je Betriebsjahr erreicht werden. Ihr Nachteil besteht in den hohen Kostenanteilen der Arbeitsgänge „Löten“ und „Revision“.

Die Anordnung der Lötunkte auf einer Ebene erlaubt ferner das mechanisierte Löten im Tauchbad- und Tauchwellenverfahren. Die Tauchbadlötung ist für Geräte der Übertragungstechnik nicht zu empfehlen, da die Qualität der Lötstellen durch die auf der Zinnoberfläche schwimmende Grätze und die Oxydreste beeinträchtigt wird. Die Tauchwellenlötung (Bild 2) dagegen hat sich gut bewährt. Die Welle bringt ständig neues und sauberes Zinn an die Schaltplatte, während die nicht erwünschten Rückstände auf den niedriger liegenden Zinnspiegel des Bades abfließen. Der trotz des Zinnflusses auf dem Zinn stehende Oxydfilm wird durch die Bewegung der Leiterplatte aufgerissen, so daß im Augenblick der Lötung nur nichtoxydiertes Zinn bereitsteht. Das Löten einschließlich der Nebenarbeitsgänge, wie Flußmittelbenetzung, Vorheiz- und Kühlvorgänge und Transport des Lötgutes kann als mechanischer Lötvorgang angesehen werden, der vollautomatisch abläuft.

Eine Gefahr für die Lötstelle sind nicht nur zu tiefe, sondern auch zu hohe Temperaturen. Bei zu hohen hält der breiige Lötzustand länger an, und die Gefahr einer durch Bewegung mangelhaften Lötstelle ist größer. Außerdem wird Kollophonium bei steigenden Temperaturen (über 300 °C) immer weniger wirksam. Mit erhöhter Badtemperatur steigt auch die Oxydationsgeschwindigkeit des Lötzinns, während die Benetzungsgeschwindigkeit rasch fällt. Es ist deshalb wichtig, eine optimale Temperatur (rd. 250 °C) zu finden und diese in engen Grenzen konstant zu halten. Die Qualität der Lötstelle wird außerdem von der Löt- bzw. Tauchzeit beeinflusst (bei der genannten Löttemperatur etwa 1,5 s). Die Lötbadtemperatur und die Tauchzeit dürfen die dem Hartpapier zumutbare Wärmebelastung nicht überschreiten. Weitere Voraussetzungen für eine einwandfreie Lötverbindung sind oxydfreier oder verzinnter Kupferleiter und ein Flußmittel, das die Diffusion und Benetzbarkeit begünstigt.

Kritisch im Hinblick auf die Gerätequalität ist auch die Temperatur der Bauelemente beim Lötvorgang. Der konstruktive Aufbau der Trägerplatte und die Montage der Bauelemente müssen so ausgeführt sein, daß die Temperatur am Bauelement 60 °C nicht übersteigen kann.

Bei der Gerätekonstruktion ist zu berücksichtigen, daß eine gewisse Verformung der Schaltplatte durch den Lötvorgang nicht zu vermeiden ist, da der nicht völlig ausgehärtete Harzanteil des Schichtpreßwerkstoffs durch die Löttemperatur vollkommener ausgehärtet wird, und dadurch besonders an der Unterseite der Platte eine Längenschrumpfung auftritt.

Zur Sicherstellung der Qualität werden ähnliche Revisionsmethoden angewandt wie bei der Kolbenlötung. Vergleichbare Betriebs-Qualitätsziffern zu den genannten Werten der Kolbenlötung können heute noch nicht sicher angegeben werden.

Bauelemente

Neue physikalische Erkenntnisse und vor allem die Forderung nach Raumsparsparnis führten zu neuen, meist stark verkleinerten Bauelementen. Erwähnt seien nur die Halbleiter, die als Gleichrichter-, Schalter- und Verstärkerelemente verwendet werden, sowie die Lackfilm-Kondensatoren, deren Dielektrikum nur wenige Mikrometer dick ist und deren Beläge aufgedampft sind. Alle diese Elemente beeinflussen heute die Konstruktionen und die Leistungsfähigkeit der Geräte in starkem Maße.

Wichtig ist, daß die Betriebssicherheit der Bauelemente trotz der ständigen Verkleinerung nicht leiden darf, da die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer der Elemente maßgebend den fehlerfreien Betrieb bzw. die Ausfallrate der Geräte bestimmt. Wie wichtig diese Tatsache ist, geht daraus hervor, daß z. B. ein komplettes Trägerfrequenzgestell über 10 000 Bauelemente enthalten kann.

Die Ausfallcharakteristik

Bei den Bauelementen interessiert aber nicht nur die absolute Höhe der Ausfälle, sondern auch ihre zeitliche Staffelung. Bild 3 zeigt, daß die Ausfälle nicht gleichmäßig über die Betriebszeit verteilt sind, sondern anfangs gehäuft auftreten (Bereich I), verhältnismäßig rasch abnehmen und konstant bleiben (Bereich II), und schließlich nach einer bestimmten Zeit wieder ansteigen (Bereich III). Bei Bauelementen weniger guter Qualität verläuft die Ausfallcharakteristik wesentlich flacher, d. h. die Ausfallrate sinkt nur ganz allmählich über einen verhältnismäßig großen Zeitraum, der sich weit in den Bereich II hinein erstreckt. Nach verschiedenen Literaturangaben soll der Kurvenast im Bereich III einen Kulminationspunkt aufweisen. Für den praktisch interessierenden Betrieb der Bauelemente in den Geräten hat sich der Begriff Nennbetriebsdauer eingeführt. Er entspricht der Verwendungsdauer der Bauelemente in den Geräten, schließt also die Transport-, Lager-, Einbau- und Prüfausfälle aus.

Der Bereich I umfaßt die Frühausfälle, die auf Material- und Aufbaufehler des Bauelementeherstellers und auf mangelhafte Behandlung während der Transport-, Lager-, Montage- und Prüfungsgänge des Geräteherstellers zurückzuführen sind. In den Bereich II fallen die Bauelementefehler, die trotz größter Sorgfalt bei der Herstellung nicht vermieden werden können und sich erst im Laufe der Zeit bemerkbar

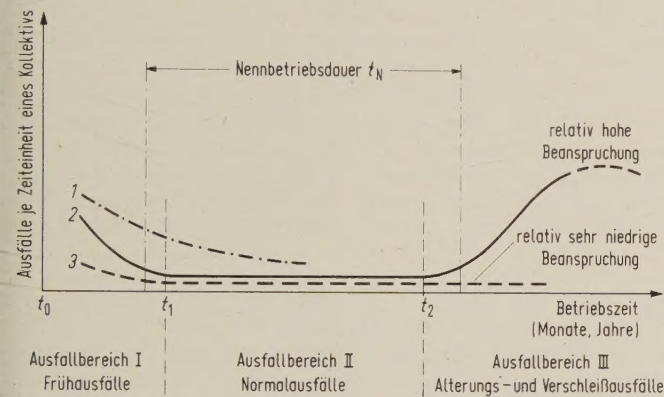


Bild 3. Ausfallverhalten von elektrischen Bauelementen während der Betriebszeit t .

- 1 Bauelemente mäßiger Qualität
- 2 Bauelemente guter Qualität bei verhältnismäßig hoher Beanspruchung
- 3 Bauelemente guter Qualität bei verhältnismäßig sehr niedriger Beanspruchung

machen, wie z. B. statistisch verteilte Fehler im Papier der Kondensatoren, ungleichmäßige Kohleschichten der Widerstände, Risse in Ferritteilen durch innere Spannungen, Kupferlackdrahtfehler usw. Die Ausfälle in diesem Bereich sind in gleichen Zeitabschnitten annähernd konstant. In den Bereich III fallen die Ausfälle durch natürliche Alterung, also Verschleiß. Sie haben nicht Zufallcharakter wie die Ausfälle im Bereich II.

Bei Röhren und anderen auswechselbaren Bauelementen mit kurzer Lebensdauererwartung sollte auf Betrieb im Bereich III verzichtet werden, d. h. sie sind rechtzeitig auszutauschen, jedoch nicht zu früh, da bei ihnen in der ersten Betriebszeit wieder eine erhöhte Ausfallwahrscheinlichkeit besteht.

Die Angaben einzelner Bauelemente- und Gerätehersteller über Bauelemente-Qualitätsziffern sind noch sehr lückenhaft, weil derartige Zahlenwerte stark von den jeweiligen Betriebsbedingungen abhängen. Das Maß für die Güte hochwertiger Bauelemente ist die Ausfallrate (Ausfälle je Betriebsjahr). Sie ist für die Bauelemente-Betriebszuverlässigkeit eine Vergleichs- und Auswahlgröße. Bei Röhren für Anlagen der Post und Röhren mit langer Lebensdauer kann z. B. eine Ausfallrate von 1 bis $3 \cdot 10^{-6}/h$ angenommen werden (das entspricht im Mittel etwa $20 \cdot 10^{-3}/Jahr$ in den ersten $1\frac{1}{2}$ bis 2 Betriebsjahren). Die Zeit für t_1 (Bild 3) liegt bei rd. 100 bis 200 Stunden.

Bei einigen Bauelementen, z. B. Widerständen und Kondensatoren, kann für t_1 ein mittlerer Wert von 500 bis 1000 Stunden angegeben werden, wobei die elektrischen, thermischen und sonstigen Belastungen eine Rolle spielen. Bei Elementen der Nachrichtentechnik liegt der Zeitpunkt t_2 (das ist der Wert für die Langzeitgüte der Bauelemente) bei mehr als 12 Jahren. Dieser Zeitpunkt bestimmt im wesentlichen auch die mittlere Lebensdauer der Geräte, da Röhren und sonstige austauschbaren Bauelemente mit kurzer Lebensdauererwartung bei der laufenden Wartung vor ihrem Ausfall ersetzt werden.

In den vergangenen Jahren wurden die mittleren Ausfallraten verschiedener Bauelementekollektive einer größeren Gerätezahl ermittelt (Tafel 1). Ein Vergleich der Spalten 2 und 3 zeigt, daß keine nennenswerten Veränderungen der Ausfallraten vorliegen, das heißt, daß sich die Bauelemente in bezug auf Ausfallverhalten noch im Bereich II (Normalausfälle) befinden.

Tafel 1. Ermittelte Ausfallraten verschiedener Bauelemente.

Bauelementtyp	Ausfälle je Jahr in den ersten Betriebsjahren $\times 10^{-3}$	Ausfälle je Jahr nach 8 Betriebsjahren $\times 10^{-3}$
Schichtwiderstand	$\leq 0,1$	$\approx 0,1$
Kunstfoliekondensator	0,1 bis 0,3	$\approx 0,1$
Papierkondensator	0,5 bis 0,8	$\approx 0,7$
Glimmer-, Keramik-kondensator	$\leq 0,1$	$\approx 0,1$
Germaniumgleichrichter	0,5 bis 1,0	kein Wert

Bei diesen Angaben über die Ausfallraten muß noch folgendes berücksichtigt werden:

1. Die Bauelemente entsprachen qualitativ noch nicht dem heutigen Stand.
2. Teilweise wurden auch Ausfälle mitbewertet, die auf grundsätzliche Fehler in der Fertigung oder Konstruktion zurückgeführt werden konnten und die inzwischen behoben wurden.
3. Die Bauelemente waren in Geräten eingebaut, die für die Werkprüfung noch nicht künstlich gealtert waren.
4. Bei Bauelementen für Geräte der Übertragungstechnik, z. B. für Einrichtungen der Post, wurde die Veränderung gewisser Kennwerte über ein bestimmtes, sonst noch zulässiges Maß hinaus bereits als Ausfall gezählt.

Vorausberechnung der Geräte-Ausfallraten

Von den Kunden werden teilweise Forderungen an die Ausfallrate hochwertiger Geräte im Zeitraum der Nennbetriebsdauer gestellt (mittlerer zulässiger Geräteausfall je Betriebsjahr). Aus den Bauelemententypen und -stückzahlen eines Gerätes lassen sich unter Berücksichtigung der zulässigen montagebedingten Fehler und der allgemeinen Erfahrungen Soll-Ausfallraten für die einzelnen Bauelemententypen errechnen. Bei dieser Betrachtungsweise geht man davon aus, daß die Bauelemente in bezug auf die Geräte-Betriebssicherheit gewissermaßen in Serie geschaltet sind, das heißt, daß jedes Versagen eines Bauelementes zum Ausfall des Gerätes führt.

Umgekehrt lassen sich aus den bekannten Ausfallraten der Bauelemente die Geräte-Ausfallraten je Betriebsjahr mit einer gewissen Sicherheit vorausberechnen.

Tafel 2 enthält einige maximal zulässige Ausfälle je Betriebsjahr am Beispiel eines hochwertigen Trägerfrequenzgerätes. Aus den angegebenen Werten geht hervor, daß an die Bauelemente der Nachrichtentechnik höchste Anforderungen gestellt werden müssen, die nur erfüllt werden können, wenn der Bauelementehersteller seinen Fertigungsablauf mit größter Sicherheit beherrscht. Dies ist wiederum nur möglich, wenn die Bauelemente in großen Serien

Tafel 2. Zulässige Bauelemente-Ausfälle eines TF-Gerätes.

Bauelementtyp	Ausfälle je Betriebsjahr × 10 ⁻³
Schichtwiderstand	≈ 0,01
Kunstfoliekondensator	0,01 bis 0,03
Papierkondensator	0,03 bis 0,05
Wickelgüter	0,05 bis 0,2
Germaniumgleichrichter	0,05 bis 0,1

(mechanisierte Massenfertigung) hergestellt werden, da nur dann die notwendigen Voraussetzungen für eine ausreichende Betriebssicherheit gegeben sind.

Der Gerätehersteller muß folgende Hinweise beachten:

1. Die Zahl der Bauelemente je Gerät soll möglichst gering gehalten werden, weil jedes einzelne Element eine Fehlerquelle sein kann.
2. Die von Natur aus betriebssicheren Bauelemente sollen solchen mit höheren Ausfallraten vorgezogen werden.
3. Schaltung und Konstruktion müssen so geplant sein, daß die elektrische und thermische Beanspruchung der Bauelemente die zulässige Nennbelastung keinesfalls überschreitet, sondern so weit wie möglich darunter bleibt.

Die Abhängigkeit der Ausfallrate von Umweltseinflüssen

Die Ausfallraten sind in hohem Maße abhängig von der elektrischen und mechanischen Belastung, der Betriebstemperatur, der Feuchtigkeit und den sonstigen Umwelteinflüssen. Besondere Beachtung verdient der Einfluß der Temperatur und der elektrischen Belastung. Nach den vorliegenden Erfahrungen kann man, ausgehend von einer Bezugstemperatur, bei Erhöhen der Betriebstemperatur um rd. 7 bis 10 grd mit einem Herabsetzen der Lebensdauer auf die Hälfte rechnen; das bedeutet Erhöhung der Ausfallraten um den Faktor 2. Als Bezugstemperatur setzt sich — auch international — ein Wert von 40 °C durch. Bei Erhöhung dieser Temperatur werden vom Bauelementhersteller Minderungsfaktoren für die zulässige Höchstspannung, Höchstbelastung und die geminderte Betriebszuverlässigkeit angegeben.

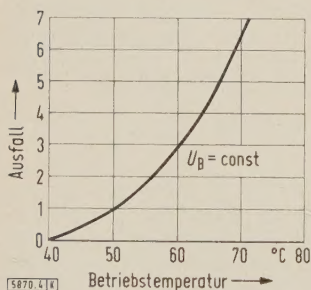


Bild 4. Ausfallverhalten von Papierkondensatoren in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur.

Bei konstanter Betriebsspannung U_B und Erhöhung der Temperatur ergibt sich z. B. für Papierkondensatoren die Ausfallerhöhung gemäß Bild 4.

Bemerkt muß werden, daß das Herabsetzen der Temperatur zum Erzielen größerer Lebensdauer bei manchen Kondensatortypen nicht beliebig weit getrieben werden sollte, da sich sonst die Einflüsse durch Luftfeuchtigkeit stark bemerkbar machen.

Das Verhältnis U_B/U_N (Betriebsspannung zu Nennspannung) muß möglichst günstig gehalten werden. Für erhöhte Ansprüche soll bei Papierkondensatoren das Verhältnis $U_B/U_N \leq 0,5$, bei Elektrolytkondensatoren 0,3 bis 0,5 sein. Das Ausfallverhalten verschiedener Kondensatortypen in Abhängigkeit vom Verhältnis U_B/U_N zeigt Bild 5. Die Kurve 1 wurde aus einer Formel für die Ausfallziffern von Papierkondensatoren gewonnen. Zum Vergleich werden die Betriebsergebnisse mehrerer hunderttausend Kondensatoren

- 1 Papierkondensator, theoretischer Wert
- 2 Keramik Kondensator
- 3 Papierkondensator
- 4 Glimmerkondensator

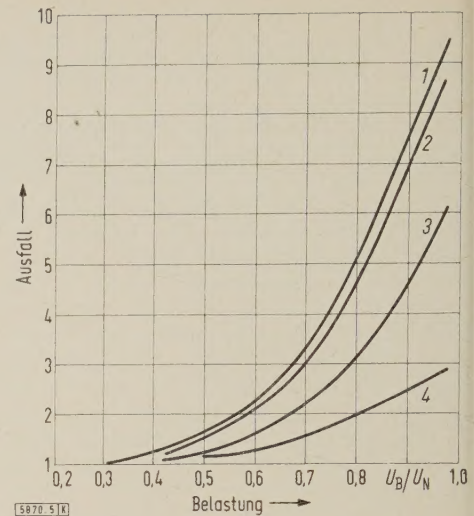


Bild 5. Ausfallverhalten von Kondensatoren in Abhängigkeit von der Belastung (bei Raumtemperatur).

eines Gerätes der amerikanischen Streitkräfte dargestellt. Die Kurven 1, 3 und 2, die Papier- bzw. Keramik-Kondensatoren betreffen, unterscheiden sich nicht sehr voneinander. Bei Erhöhung der Betriebsspannung um rd. 20 % ändern sich die Ausfallraten im Mittel um den Faktor 2. Der Glimmerkondensator (Kurve 4) ist in einem gewissen Bereich wenig spannungsempfindlich.

Die Spannungsminderung (derating) hat allerdings eine untere Grenze, bei deren Unterschreiten die Ausfallrate und die Nennbetriebsdauer (entspricht im wesentlichen dem in letzter Zeit oft gebrauchten Begriff der „Betriebsbrauchbarkeitsdauer“) nicht oder nur unwesentlich beeinflusst werden können.

Prüftechnik des Geräteherstellers

Künstliche Alterung

Die Zuverlässigkeit der Geräte wird dadurch erhöht, daß die Frühausfälle, das sind außer den fertigungsbedingten Mängeln vor allem solche der Bauelemente (Bereich I im Bild 3), schon während des Fertigungsprozesses durch den Gerätehersteller abgefangen werden. Der Gerätemontage muß selbstverständlich eine genaue und lückenlose Wareneingangsprüfung der Bauelemente vorangehen. Durch einen längeren Dauerbetrieb der Geräte während der Werkprüfung erreicht man, daß sie nach dem Verlassen des Werkes eine kleine und konstante Ausfallrate zeigen (Bild 3, Bereich II). Diese künstliche Alterung wird unter Bedingungen durchgeführt, die den späteren Betriebsfällen weitgehend angepaßt sind, auf keinen Fall aber die zulässigen Grenzwerte für die Bauelemente und Geräte überschreiten dürfen.

Unter dieser Alterung versteht man das Durchlaufen einer Anzahl von Temperaturschleifen zwischen + 10 oder + 20 °C und + 60 °C sowie die ständige funktionelle Überwachung der Geräte mit vollautomatischen Prüfeinrichtungen und Durchführung mehrerer Vibrationsteste zu verschiedenen Zeiten. Die Alterung soll einmal die Zeit durch erhöhte, aber

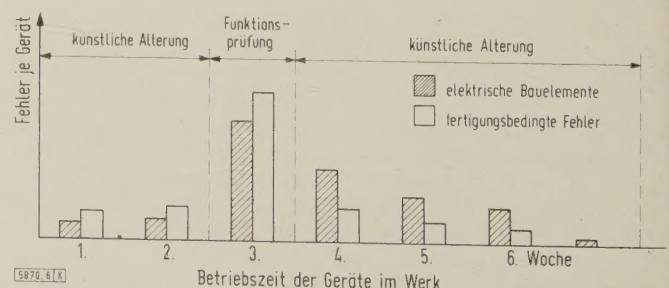


Bild 6. Fehleranfall bei den Werkendprüfungen.

noch zulässige Beanspruchung zusammenraffen und zum andern eine möglichst hohe Prüfschärfe aufweisen. Die anlässlich dieser Prüfungen auftretenden Fehler werden je Gerät statistisch erfaßt, und die Geräte und Anlagen werden erst dann an den Kunden geliefert, wenn eine „Fehlerberuhigung“ eingetreten ist.

Bild 6 zeigt die Ausfälle einer großen Geräteauswahl während der Zeit der künstlichen Alterung. Bemerkenswert ist, daß die fertigungsbedingten Mängel sich bei der Werkprüfung stark bemerkbar machen, während sie später im Betrieb nur noch rd. 20 % ausmachen. Ferner zeigt Bild 6, daß bei den von der Gerätefertigung beeinflussbaren Fehlern rascher eine Beruhigung eintritt als bei den Bauelementen. Es mag scheinen, daß die nach der Funktionsprüfung gefundenen Fehler unbedeutend sind. Das ist aber nicht der Fall, denn sie liegen in der Größenordnung der Ausfallzahlen der ersten zwei Betriebsjahre. Die bei den Werkprüfungen festgestellten Fehlerzahlen und ihre Auswertung in bezug auf schwache Stellen bei der Montage und bei den Bauelementen führt zu einer laufenden Verbesserung der Gerätequalität und einem entsprechenden Rückgang der Geräteausfälle beim Kunden.

Bild 7 zeigt für einen Gerätetyp die Verminderung der Fehler nach dem Einführen der künstlichen Alterung im Werk. Der Rückgang der Fehlerzahlen bei den ersten gealterten Gerätekollektiven (1' bis 6') ist im wesentlichen auf das ständige Verbessern der Alterungsmethoden zurückzuführen. Die mit der künstlichen Alterung zwangsläufig verbundenen Wiederholungsprüfungen, bei denen je Gestell 10 000 bis 30 000 Meßpunkte möglich sein können, sind wirtschaftlich nur tragbar, wenn sie voll- oder mindestens halbautomatisch durchgeführt werden können.

Aus der allgemeinen Entwicklungstendenz nach weitgehender Mehrfachausnutzung der Übertragungswege, den damit verbundenen höheren Anforderungen an die Geräte und der Tatsache, daß in der Zeit der Hochkonjunktur die Personalauslese-Prinzipien früherer Jahre nicht mehr im gleichen Maße aufrechterhalten werden können, entstehen die Forderungen nach zeitsparenden Meß- und Prüfeinrichtungen, bei denen die Auswertung frei von subjektiven Einflüssen ist. Über derartige Einrichtungen wurde bereits an anderer Stelle [5] berichtet. Es sollen nur kurz die wesentlichen Forderungen angegeben werden, die an solche Geräte gestellt werden müssen:

1. Automatische Aussage gut/schlecht, wobei mit der Aussage „schlecht“ möglichst eine Eingrenzung des Fehlerortes verbunden sein soll.
2. Umschaltbare Prüfwerttoleranzen der Automatik. Das heißt, daß das Programm der Steuerelemente sich verändern lassen muß. Die einzelnen Prüfgänge laufen mit verschiedener Prüfschärfe ab, um Veränderungstendenzen in den Fertigungstoleranzen feststellen zu können.
3. Steuern der Automatik durch Lochkarten; dadurch Flexibilität in bezug auf die Anzahl der Prüfgänge.
4. Hohe Prüfsicherheit durch automatische Selbstkontrolle und Selbstüberwachung des Prüfplatzes.
5. Rascher und kontaktsicherer Anschluß der Prüflinge.

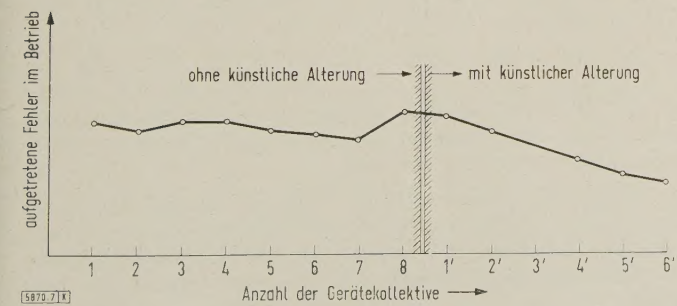


Bild 7. Fehleranzahl verschiedener, aber gleich großer Kollektive eines Gerätetyps im 1. Betriebsjahr vor und nach Einführen der künstlichen Alterung.

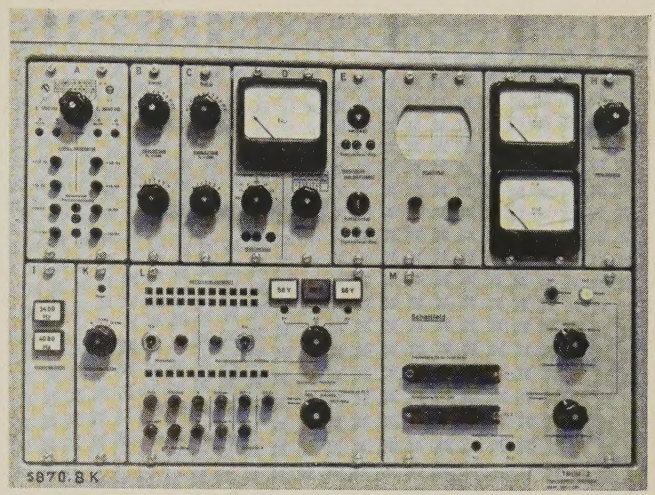


Bild 8. Meßplatz zum Prüfen von Tonröhrensetzern.

Wie schon erwähnt, erlaubt die Lage auf dem Fertigungsgebiet der Übertragungstechnik nicht die uneingeschränkte Verwendung von automatischen Meßeinrichtungen, so daß man sich in vielen Fällen auch in der Zukunft der üblichen Meßmethoden und Meßplätze bedienen muß. In den vergangenen Jahren haben sich in steigendem Maße Sondermeß- und Sonderprüfgeräte bewährt, welche die Lücke zwischen den Meßplätzen üblicher Art und den vollautomatischen Einrichtungen schließen.

Diese Geräteart ist meist verhältnismäßig einfach aufgebaut, auf ihren Anwendungsbereich zugeschnitten und arbeitet nach Verfahren, die ein schnelles und sicheres Prüfen gestatten, so daß sie von einer angelernten Kraft bedient werden kann. Ein Beispiel für diese Gerätegattung zeigt Bild 8.

Die während des Fertigungsprozesses durchgeführten Prüfgänge sind einmal Kontrollarbeitsgänge für die vorangegangenen Montagearbeitsgänge und zum andern Arbeitsgänge, die z. B. durch Abgleichmaßnahmen das Erzeugnis funktionsfähig machen oder mindestens den bis dahin unbestimmten Charakter des Erzeugnisses beseitigen. Die Feststellungen dieser Kontrollstellen, die sinnvoll über das gesamte Fertigungsgebiet verteilt sind, werden statistisch erfaßt und ausgewertet. Dadurch ist eine genügende Überwachung aller manuellen und automatischen Fertigungsarbeitsgänge gewährleistet und die Unterlage für die laufende Fehlerbekämpfung und für Verbesserungsmöglichkeiten geschaffen.

Zusammenfassung

Da die Gerätequalität heute in starkem Maße von der Bauelemente-Qualität abhängig ist, müssen alle Bemühungen darauf gerichtet sein, die Zuverlässigkeit der Bauelemente zu erhöhen. Der Gerätehersteller muß dafür sorgen, daß der Qualitätsstand durch mechanisierte und automatische Fertigungsabläufe gehoben wird, wobei die Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit bereits im Entwicklungs- und Konstruktionsstadium des Gerätes zu berücksichtigen sind. Die bisher bekannt gewordenen Qualitätsangaben machen es der Entwicklung und Fertigung möglich, die Gerätezuverlässigkeit in gewissen Grenzen vorauszuberechnen.

Schrifttum

- [1] Chladek, W.: Zuverlässigkeit von Elektronenröhren im praktischen Einsatz. Nachrichtentechn. Z. Bd. 12 (1959) S. 443-449.
- [2] Fründt, H. J.: Betriebssicherheit elektronischer Geräte. ETZ-A Bd. 81 (1960) S. 338-341.
- [3] Van der Hamm, R. L.: Component part failure rate analysis for prediction of equipment mean life. IRE Nat. Convention Rec. Jg. 1958 Teil 6 S. 72-76.
- [4] Harris, V., u. Tall, M. M.: Prediction of electronic equipment reliability. Electr. Engng. Bd. 74 (1955) S. 994-997.
- [5] Weinmann, G.: Automatische Prüfeinrichtungen für übertragungstechnische Geräte. SEL-Nachr. Bd. 6 (1958) S. 149-152.
- [6] Weinmann, G.: Gesichtspunkte bei der Fertigung und Prüfung von Trägerfrequenzgeräten. SEL-Nachr. Bd. 3 (1955) S. 179-183.

Erhöhung der Lebensdauer und Belastbarkeit größerer Öltransformatoren

Von Turgut Boduroglu, Istanbul*)

DK 621.314.212, 4.017"

Die Mehrzahl aller elektrischen Maschinen und Transformatoren geht im Betrieb an Isolationsschäden zugrunde, die meist auf eine zu hohe Temperaturbeanspruchung zurückgeführt werden können. Bei einer senkrecht stehenden Wicklung nimmt die Temperatur im Betrieb von unten nach oben zu und erreicht an manchen Stellen der oberen Wicklungsteile einen Höchstwert. Bei selbstgekühlten Öltransformatoren beträgt der Unterschied zwischen der untersten und der sich an der heißesten Stelle der Wicklung befindlichen Spule bei Belastung mit Nennstrom bis zu 30 grd. Für die Lebensdauer eines Transformators ist also nicht die mittlere Temperatur, sondern die höchste örtliche Temperatur der Isolierung maßgebend [1].

Über den Einfluß der maximalen Temperatur auf die Lebensdauer einer Wicklung gibt es schon eine Reihe von Veröffentlichungen [2, 3]. Nach den Angaben von V. M. Montinger [3] wird die Lebensdauer von Faserstoffen bei einer Vergrößerung der Höchsttemperatur um 8 grd etwa halbiert.

Da besonders bei Überlastungen Höchsttemperaturen vorkommen, die der Isolierung schaden, werden in VDE 0532/... „Regeln für Transformatoren“ Werte vorgeschlagen, die nicht überschritten werden sollen. Großtransformatoren sollen einerseits so betrieben werden, daß sie eine möglichst große Lebensdauer erreichen und andererseits so konstruiert sein, daß sie möglichst hoch belastet werden können. Dies erfordert unter anderem, daß die Temperatur der Wicklung unten und oben gleichmäßig ist [4].

In diesem Aufsatz wird ein Verfahren beschrieben, mit dem man die einzelnen Spulen den örtlichen Wärmeabgabeverhältnissen entsprechend so bemessen kann, daß die Isolierung der ganzen Wicklung gleichmäßig ausgenutzt wird und gleichzeitig Lebensdauer und Überlastbarkeit des Transformators erhöht werden.

Thermisch gleichmäßige Beanspruchung der Isolierung

Man kann eine Wicklung so auslegen, daß ihre Isolierung an allen Stellen gleichmäßig altert. Dies wird dadurch erreicht, daß alle Teile der Wicklung die gleiche Betriebstemperatur haben. In einer Veröffentlichung [5] wurde vorgeschlagen, daß man bei Umlaufkühlung einen Teil des abgekühlten Öles zurückführen soll, damit die Wicklung eine gleichmäßigere Temperatur bekommt. Eine gleichmäßigere Erwärmung einer Wicklung kann aber dadurch erreicht werden, daß man die Kupferverluste nach den sich besser abkühlenden Gebieten, also nach unten, verlegt.

Der Verfasser zeigte in einer anderen Arbeit [7], daß man durch Verteilen der örtlichen Kupferverluste bei natürlicher Kühlung Wickelkupfer sparen kann. In der genannten Arbeit werden Messungen an einem Versuchsschenkel im Transformatorenwerk der Siemens-Schuckertwerke in Nürnberg beschrieben, bei denen die örtliche Wärmeabgabe einer Wicklung in Luft und Öl mit natürlicher Kühlung untersucht wurden. Durch getrennte Belastung einzelner Spulen kann die ganze Wicklung auf gleiche Temperatur gebracht werden [6].

Bei den genannten Versuchen wurde beobachtet, daß die unterste Spule der außen liegenden Wicklung etwa achtmal stärker belastbar war als die oberste Spule an der heißesten Stelle dieser außen liegenden Wicklung. Der Leiterquerschnitt der untersten Spule kann also, ohne die vorhandene Höchsttemperatur an der Wicklung zu überschreiten, achtmal kleiner gewählt werden als der Leiterquerschnitt der obersten Spule.

Wenn man das in den kühleren Wicklungsteilen gesparte Kupfer auf die ganze Wicklung verteilt, also in die Wicklungsteile einbaut, wo sonst die die Lebensdauer des Transformators beschränkenden Höchsttemperaturen herrschen, so kann 1. die Höchsttemperatur herabgesetzt werden, und 2. wird die Wicklung überall gleichmäßig erwärmt. Außerdem wird durch Erhöhen der Temperaturdifferenz zwischen der Wicklungsoberfläche und dem Öl am unteren Teil der Wicklung eine günstigere Ölzirkulation erhalten [7], d. h. die Kraft, die das Öl vor der Wicklung hochtreibt, wird dadurch erhöht.

Die Untersuchung zeigte, daß man das Kupfer feinstufig oder grobstufig verteilen kann.

Zunächst sei der Fall bei dem selbstgekühlten Öltransformator geprüft. Bild 1a zeigt, wie man an der äußeren Wicklung die Kupferverluste bzw. Kupferwiderstände bei Nennstrombelastung entlang der Wicklung verteilen muß, damit die mittleren Kupfer-Übertemperaturen der sämtlichen Spulen gleich werden. Die Kurve P_V gibt den mittleren Verlauf der Kupferverluste von Spulen bei feinstufiger Wicklung an.

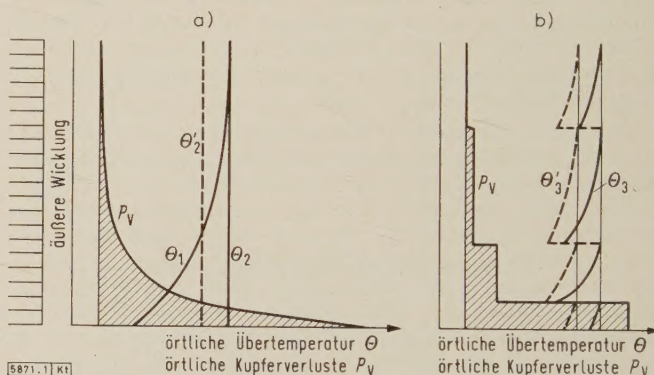


Bild 1. Örtliche Belastbarkeit der äußeren Wicklung bei einer gleichmäßigen Temperaturverteilung entlang der Wicklung mit Feinstufung (a) und Grobstufung (b).

θ_1 ist der Verlauf der mittleren Kupfer-Übertemperaturen von Spulen bei einer üblichen ungestuften Wicklung. θ_2 und θ_3 sind die mittleren Kupfer-Übertemperaturen von Spulen bei den fein und grobstufigen Wicklungen. θ'_2 und θ'_3 sind die mittleren Kupfer-Übertemperaturen von Spulen bei den fein- und grobstufigen Wicklungen mit Kupferverlustverschiebung. Kurve P_V stellt den Verlauf der örtlichen Kupferverluste dar.

In Bild 1a ist θ_1 der Verlauf der Übertemperatur bei einem üblichen selbstgekühlten Öltransformator; dagegen ist θ_2 die Übertemperaturkurve der Wicklung bei der feinstufigen Wicklung. Die örtlichen Kupferverluste sind so gewählt, daß der Höchstwert der Übertemperaturkurve θ_1 gleich θ_2 ist. Wie aus dem Bild weiter zu ersehen ist, werden die beiden Wicklungen im Betrieb bei Nennstrombelastung der gleichen Höchsttemperatur ausgesetzt. Dabei enthält die Wicklung 2 im Vergleich zu Wicklung 1 entsprechend der schraffierten Fläche weniger Kupfer.

Bei der grobstufigen Wicklung (Bild 1b) ergibt sich das gleiche, jedoch mit dem Unterschied, daß hier anstatt θ_2 die Übertemperatur θ_3 entsteht. Bei Nennstrombelastung wird θ_1 an der heißesten Stelle dem Höchstwert der Übertemperaturkurve θ_3 gleich sein.

Wenn man nun, anstatt die Wicklung um den Betrag der schraffierten Fläche leichter auszuführen, das gesamte Kupfergewicht beibehält, und das Kupfer den örtlichen Kühlungsverhältnissen entsprechend auf die einzelnen Spulen verteilt wird, so erhält man bei der feinstufigen Wicklung die Übertemperaturkurve θ'_2 und bei der grobstufigen Wicklung die Übertemperaturkurve θ'_3 .

*) Prof. Dr.-Ing. T. Boduroglu betreut den Lehrstuhl für elektrische Maschinen und Anlagen an der Technischen Universität Istanbul (Türkei).

Die Wicklungen mit den Übertemperaturkurven Θ'_2 und Θ'_3 werden thermisch nicht so hoch belastet sein wie die Wicklungen mit Θ_2 und Θ_3 und außerdem wird die Überlastbarkeit der Wicklungen sehr erhöht, ohne daß die Lebensdauer des Transformators vermindert wird. Die Transformatoren können in den Temperaturbereichen zwischen Θ'_2 und Θ'_3 bzw. Θ'_2 und Θ'_3 so weit überlastet werden, bis bei der Wicklung mit Θ_1 die Werte Θ_2 und Θ_3 erreicht sind. Jedes weitere Überschreiten der Höchsttemperatur in der Wicklung würde nach dem Montsingerschen Lebensdauergesetz [4] die Lebensdauer vermindern.

Wenn es sich um eine Scheibenwicklung handelt, so werden die Unter- und Oberspannungsspulen entsprechend den Kurven in Bild 1a und b bemessen. Wenn eine Röhrenwicklung gewählt wird, so wird am besten die Oberspannungswicklung entsprechend bemessen. Bei den Messungen [7] wurde festgestellt, daß bei der Röhrenwicklung auch die innere Wicklung durch die Verminderung der Kupferverluste in der äußeren Wicklung besser ausgenutzt wird.

Wo also ein ungleichmäßiger Temperaturverlauf vorhanden ist, d. h. wo es Differenzen zwischen der mittleren Wicklungstemperatur und der örtlichen Höchsttemperatur der Wicklung gibt, kann das Verfahren der Verschiebung der Kupferverluste angewendet werden, auch wenn ein erzwungener Ölumlaufl vorhanden ist.

Da bei Transformatoren mit größerer Leistung, vor allen Dingen bei Großtransformatoren, neben der Lebensdauer die Betriebssicherheit und Überlastbarkeit des Transformators entscheidend sind, wird man natürlich zugunsten dieser Faktoren auf die Kupferersparnis verzichten.

Im allgemeinen ist es aber empfehlenswert, die Öltransformatoren möglichst mit natürlichem Ölumlaufl auszuführen, da der Transformator bei Kühlung mit erzwungenem Ölumlaufl durch die Wicklung bei einem Pumpenausfall sofort abgeschaltet werden muß [4]. Von einer bestimmten Leistung ab, müssen allerdings die Transformatoren mit Ölzwangsdurchlauf ausgeführt werden, weil sonst die Abmessungen zu groß werden. Deshalb werden fast alle Großtransformatoren mit erzwungenem Ölumlaufl ausgeführt. Das beschriebene Verfahren zum Einsparen von Kupfer kann man aber auch bei diesen Transformatoren anwenden, wenn man die

örtliche Wärmeabgabefähigkeit der Wicklung bei den verschiedenen künstlich hervorgerufenen Ölbewegungsgeschwindigkeiten genau kennt. Hier sind die Vorteile des beschriebenen Verfahrens weniger augenfällig, weil bei der Zwangsoilkühlung die Wärmeabgabe an das Öl vergrößert wird, und infolgedessen der Temperaturunterschied zwischen Öl und der Wicklung geringer ist als bei natürlichem Ölumlaufl [8]. Außerdem wird dieses Verfahren bei Großtransformatoren einige Probleme mit sich bringen, die aber, wie die bisher aufgetauchten, gelöst werden können.

Zusammenfassung

Die Lebensdauer eines Transformators ist eine Funktion der Temperatur an der heißesten Stelle der Wicklung. Diese Stelle liegt bei Öltransformatoren mit natürlichem Ölumlaufl in der Regel in der obersten Spule. Man kann die Alterung der Wicklungsisolierung erheblich verzögern, wenn man die Kupferquerschnitte in den Spulen so verteilt, daß überall in der Wicklung annähernd die gleiche Temperatur auftritt. Ein Transformator kann auch entsprechend höher belastet werden, wenn das in den unteren Wicklungsteilen eingesparte Kupfer den heißeren Wicklungsteilen zugeschlagen wird, so daß das gesamte Kupfergewicht gleichbleibt. Der Verfasser zeigt, daß man die Wicklung thermisch gleichmäßig belasten und die Lebensdauer bzw. die Überlastbarkeit der Wicklung bei allen senkrecht stehenden Schenkeln mit natürlichem und erzwungenem Ölumlaufl erhöhen kann.

Schrifttum

- [1] Arnold, La Cour: Die Wechselstromtechnik. Bd. 2. Die Transformatoren. Verlag Julius Springer, Berlin 1936, S. 278.
- [2] Vidmar, M.: Das Altern der Transformatoren. Elektrotechn. u. Masch.-Bau, Bd. 57 (1939) S. 49–56.
- [3] Montsinger, V. M.: Loading transformers by temperature. Trans. Amer. Inst. electr. Eng. Bd. 58 (1939) S. 776–793.
- [4] Aigner, V.: Transformatoren (CIGRE, Sonderprobleme und Entwicklungstendenzen). ETZ-A Bd. 79 (1958) S. 588–590.
- [5] Schulze, H.: Erhöhung der Lebensdauer und Belastbarkeit von Großtransformatoren durch gleichmäßigere Wicklungstemperatur. ETZ-A Bd. 79 (1958) S. 814.
- [6] Boduroglu, T.: Einfluß der Höhe auf die örtliche und mittlere Wärmebelastbarkeit der Wicklungsoberfläche von Lufttransformatoren auf Grund von Modellversuchen. Elektrotechn. u. Masch.-Bau Bd. 77 (1960) S. 277–287.
- [7] Boduroglu, T.: Beitrag zur Entwicklung kupferarmer Luft- und Öltransformatoren durch mehrfache Stufung der äußeren Wicklung. ETZ-A Bd. 82 (1961) H. 3, S. 68–75.
- [8] Richter, R.: Elektrische Maschinen Bd. 3. Die Transformatoren, Birkhäuser-Verlag, Basel-Stuttgart 1954, S. 228.

Die elektronische Abstimm-Anlage in der französischen Nationalversammlung

DK 621.38 : 681.176.4 : 342.4(4)

In der Französischen Nationalversammlung beschäftigt man sich seit Jahren mit dem Plan, den Abstimmvorgang zu verkürzen. Beanspruchten das Einsammeln und Auszählen der Stimmzettel schon eine ungebührlich lange Zeit, so mußten Sitzung und Debatte auf eine Stunde unterbrochen werden, wenn namentliche Abstimmungen gefordert wurden.

Nunmehr ist von der Société Télétechnique eine Anlage unter Verwendung elektronischer Mittel entwickelt und im Sitzungssaal eingebaut worden, mit Hilfe derer der Abstimmvorgang in kürzester Zeit erledigt wird. Das Auszählen der Stimmen, die Feststellung des Gesamtergebnisses und die Bekanntgabe durch Leuchtschrift im Sitzungssaal erfordern eine Zeit von 2 s, nach weiteren 15 s sind gedruckte Listen mit der abgegebenen Stimme jedes einzelnen Abgeordneten verfügbar.

Nach dem vorliegenden Bericht¹⁾ konnten die durch die parlamentarischen Gepflogenheiten der Nationalversammlung bedingten vielseitigen Ansprüche voll erfüllt werden. Jeder Abgeordnete kann von seinem Platz aus durch Betätigen eines der drei mit Signallampen versehenen Druckknopfschalter seine Stimme „dafür“, „dagegen“ oder „Stimmenthaltung“ abgeben. Vorrichtungen dieser Art sind an den Plätzen für 650 Abgeordnete eingebaut. Bei der geheimen Abstimmung und bei einem Tadelantrag gegen die

Regierung wird von der Tribüne aus (dem halbkreisförmigen Teil des Saales mit dem Sitz des Präsidenten) abgestimmt. Hier ist daher eine weitere Einrichtung vorgesehen, mit der jeder Abgeordnete seine Stimme abgibt.

Dem Präsidenten steht ein Kommando- und Kontrollgerät zur Verfügung, das ihm gestattet, die Abstimmung zu eröffnen und zu schließen. Weitere Einrichtungen zur Stimmabgabe befinden sich auf der Tribüne im „Bureau des consignes“, das etwaige Weisungen einzelner Deputierter zur Stimmabgabe ausführt. Diese für jeden der 650 Abgeordneten vorgesehene Einrichtung bot wegen ihrer Abmessungen besondere Schwierigkeiten. Sie konnten nur dadurch überwunden werden, daß eine besonders kleine Glimm-Signallampe entwickelt und in sinnreicher Weise mit der Kommandoeinrichtung verbunden wurde.

Die abgegebenen Stimmen werden in dem für jeden Abgeordneten vorhandenen „Gedächtnis“ festgehalten, wobei die Möglichkeit besteht, noch während der Abstimmung die abgegebene Stimme zu ändern. Bei den „Gedächtnissen“ werden Thyratrons mit kalter Kathode und Relais verwendet. Die Funktion des Bestimmens der Priorität der einzelnen Kommandowege, des Öffnens und Schließens der Stromkreise werden durch die Relais, die Funktion des „Gedächtnisses“ und des Zündens der Glimmlampen von den Thyratrons ausgeübt. Auf weitere Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden. Es mag erwähnt werden, daß 10 000 Glimmlämpchen, 6000 Thyratrons, Röhren und Transistoren sowie 2000 Relais eingebaut wurden, wobei 50 km Leitungen zu verlegen waren.

Scht

¹⁾ Latreille, L. A., Zweguiontzw, M., u. Morain, J. M.: Le vote électronique a l'assemblée nationale. Bull. Soc. Franç. Electr. Bd. 1 (1960) S. 592–603.

Die elektrothermische Kühlung und ihre Anwendungsmöglichkeiten

Von Friedhelm Sawitzki, Frankfurt a. M.*)

DK 621.565.9 : 537.322.15

Thermoelektrische Erscheinungen

Neben den bisher bekannten Verfahren zur Kälteerzeugung, die auf dem Kompressions- und Absorptionsprinzip beruhen, gewinnt die Ausnutzung des elektrothermischen Effekts, der bereits 1834 von dem französischen Uhrmacher *Peltier* entdeckt und später nach ihm benannt wurde, an Bedeutung. Bekannt als die *Peltier-Kühlung* ist der umgekehrte thermoelektrische Effekt, den *Seebeck* im Jahre 1822 zuerst beobachtet hat. Bildet man einen Leiterkreis aus zwei Drähten, die aus geeigneten Werkstoffen bestehen (Bild 1), und bringt man die beiden Kontaktstellen auf verschiedene Temperaturen, so tritt in dem Kreis eine elektrische Spannung auf, die sogenannte *Thermospaltung*. Man bezeichnet deshalb einen solchen Leiterkreis als *Thermoelement* und die beiden Drähte als *Thermoelement-Schenkel*. Entsprechend dem Ohmschen Gesetz ruft die Thermospaltung einen *Thermostrom* hervor. Der thermoelektrische Effekt wird seit langem zum Messen von Temperaturen ausgenutzt.

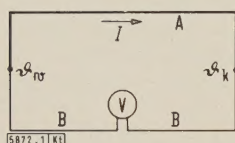


Bild 1. Schaltung eines Thermoelements mit Seebeck-Effekt.

ϑ_w warme Kontaktstelle
 ϑ_k kalte Kontaktstelle

A und B Thermoelement-Schenkel

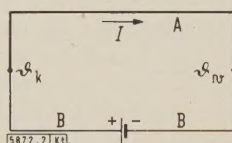


Bild 2. Schaltung eines Thermoelements mit Peltier-Effekt.

A Thermoelement-Schenkel mit positiver Thermospaltung
B Thermoelement-Schenkel mit negativer Thermospaltung

Kennzeichnend für die thermoelektrischen Eigenschaften der verschiedenen Werkstoffe ist die bei 1 grad Temperaturdifferenz auftretende Thermospaltung e , die man auch *Thermokraft* nennt. Wenn E_{Th} die Thermospaltung bei der Temperaturdifferenz $\vartheta_w - \vartheta_k$ ist, gilt also:

$$e = \frac{E_{Th}}{\vartheta_w - \vartheta_k}$$

Ermittelt man die Thermokräfte verschiedener Leiter, wobei man als zweiten Schenkel beispielsweise Kupfer verwendet, so stellt man sehr unterschiedliche Werte fest. Außerdem haben einige Thermopotential ein positives, andere ein negatives Vorzeichen.

Bei dem *Peltier-Effekt* handelt es sich um die Umkehrung des thermoelektrischen Effektes. Ersetzt man nämlich das Meßinstrument in dem in Bild 1 dargestellten Leiterkreis durch eine Gleichspannungsquelle, so wird durch den Strom die eine Kontaktstelle abgekühlt und die andere erwärmt. Durch die beweglichen Ladungsträger wird also die Wärme von einer Kontaktstelle zur anderen transportiert, so daß eine Temperaturdifferenz zwischen ihnen entsteht. Ändert man die Stromrichtung, so vertauschen sich warme und kalte Kontaktstelle.

Grundlagen der elektrothermischen Kühlung

Um die technische Ausnutzbarkeit des *Peltier-Effektes* zur Kälteerzeugung verstehen zu können, muß noch näher auf die Grundlagen eingegangen werden [1]. Schickt man durch den Leiterkreis, wie er in Bild 2 dargestellt ist, einen Gleichstrom I , so wird der kalten Kontaktstelle je Sekunde die Wärmemenge

$$Q_p = e \cdot T_k \cdot I$$

entzogen. Hierbei bedeuten e die Thermokraft des Kreises und T_k die absolute Temperatur der kalten Kontaktstelle. Die Abkühlung ist also bei einem bestimmten Wert für T_k um so größer, je höher die Thermokraft e und die Stromstärke I im Leiterkreis ist.

Q_p kann aber für die Kälteerzeugung nicht voll ausgenutzt werden. Der durch die beiden Thermoelement-Schenkel fließende Strom erzeugt nämlich *Joulesche Wärme*. Bedeuten R_A und R_B die elektrischen Widerstände der Schenkel, so ist die Joulesche Wärme

$$Q_I = I^2 (R_A + R_B).$$

Wie experimentell bestätigt worden ist, fließt die erzeugte Joulesche Wärme je zur Hälfte zur warmen und kalten Kontaktstelle. Die durch den *Peltier-Effekt* erzeugte Kälteleistung wird also um den Betrag $0,5 Q_I$ herabgesetzt.

In Bild 3 ist die Abhängigkeit der an der kalten Kontaktstelle auftretenden *Peltier-Kälteleistung* und der *Jouleschen Wärme* vom Strom I graphisch dargestellt. Während die Kälteleistung mit dem Strom linear ansteigt, vergrößert sich die Stromwärme mit I quadratisch. Weil die Joulesche Wärme der *Peltier-Kälteleistung* entgegenwirkt, ist Q_I unterhalb der I -Achse eingezeichnet. Als Resultierende ergibt sich eine Parabel mit einem Höchstwert der ausnutzbaren Kälteleistung Q_0 bei einem bestimmten Strom I_0 . Ist die Joulesche Wärme ebenso groß wie die *Peltier-Kälteleistung*, so ist keine ausnutzbare Kälteleistung mehr vorhanden. Dies ist dann der Fall, wenn die Stromstärke doppelt so groß ist wie I_0 . Überwiegt die Joulesche Wärme, so wird die „kalte“ Kontaktstelle sogar erwärmt.

Eine weitere Verringerung der nutzbaren Kälteleistung, die in Bild 3 noch nicht berücksichtigt ist, entsteht an der

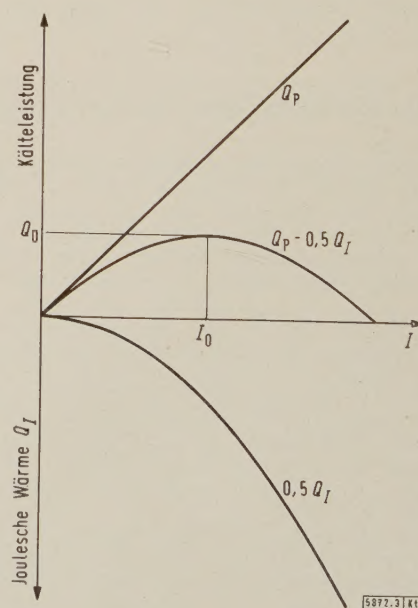


Bild 3. Herabsetzung der *Peltier-Kälteleistung* Q_p durch die in den Schenkel erzeugte *Joulesche Wärme* Q_I .

kalten Kontaktstelle durch den Zufluß von Wärme durch Leitung von der warmen Kontaktstelle her. Diese Wärmemenge ist um so größer, je höher die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Kontaktstellen ist.

*) Ing. F. Sawitzki ist Mitarbeiter im AEG-Forschungsinstitut Frankfurt a. M.

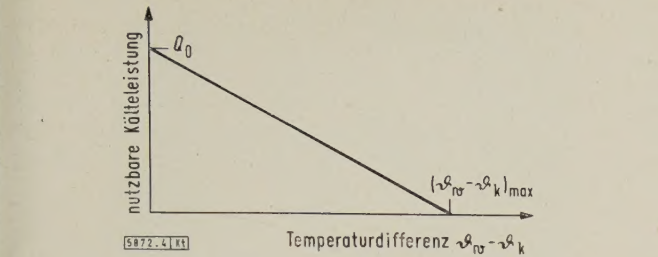


Bild 4. Herabsetzung der maximalen nutzbaren Kälteleistung Q_0 durch den Wärmefluss von der warmen zur kalten Kontaktstelle.

In Bild 4 ist die Abhängigkeit der nutzbaren Kälteleistung von der Temperaturdifferenz zwischen warmer und kalter Kontaktstelle dargestellt, und zwar bei optimaler Stromstärke I_0 . Ist die Temperaturdifferenz Null, so steht an der kalten Kontaktstelle die größtmögliche Kälteleistung Q_0 zur Verfügung. Ist die kalte Kontaktstelle thermisch so isoliert, daß keine Wärme aufgenommen werden kann, so stellt sich die maximale Temperaturdifferenz $(\vartheta_w - \vartheta_k)_{\max}$ ein.

Aus der Tatsache, daß an der kalten Kontaktstelle die Peltier-Kälteleistung durch Joulesche Wärme und Wärmeleitung herabgesetzt wird, erkennt man, daß drei Eigenschaften der Schenkelwerkstoffe die ausnutzbare Kälteleistung und die größtmögliche Temperaturdifferenz bestimmen. Es sind dies

- die Thermokraft e ,
- der elektrische spezifische Widerstand ρ ,
- die spezifische Wärmeleitfähigkeit λ .

Wie vorher im einzelnen dargestellt wurde, ist ein Thermoelement zur Kälteerzeugung um so geeigneter, je größer die Thermokraft e und je geringer der spezifische elektrische Widerstand ρ und die spezifische Wärmeleitfähigkeit λ sind.

Aufbau eines Peltier-Elementes

Verwendet man für die Thermoelement-Schenkel A und B (Bild 2) Drähte aus verschiedenen Metallen, so treten zwischen den Kontaktstellen nur sehr geringe Temperaturdifferenzen auf. Mit dem günstigsten bekannten Metallpaar, Antimon und Wismut, müßte man zwar theoretisch eine Temperaturdifferenz von 11 grd erreichen, experimentell ergaben sich jedoch nur etwa 7 grd. Mit derart geringen Temperaturdifferenzen ist eine technische Anwendung des Peltier-Effektes nicht möglich.

Der Grund für die Unbrauchbarkeit metallischer Thermoelemente ist ihre geringe Thermokraft. Bei vielen nahezu isolierenden Werkstoffen sind die Thermokräfte dagegen sehr groß, doch sind sie deshalb ungeeignet, weil ihre Widerstände und damit die Jouleschen Verluste zu groß sind. Am geeignetesten sind Thermoelemente, deren Schenkel aus einer Gruppe von Stoffen bestehen, die hinsichtlich ihrer elektrischen und thermischen Eigenschaften zwischen den Metallen und Isolatoren stehen. Derartige Werkstoffe werden als Halbleiter bezeichnet. In dieser Stoffgruppe

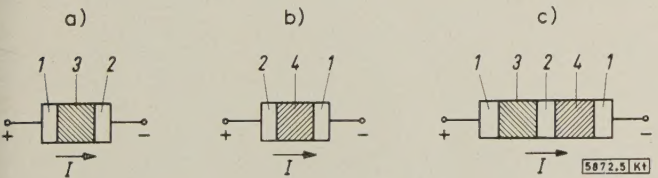


Bild 5 a) Thermoelement mit einem n-leitenden Schenkel
b) Thermoelement mit einem p-leitenden Schenkel
c) Thermoelement mit je einem n- und p-leitenden Schenkel.
1 warme Kontaktkörper, z. B. aus Kupfer
2 kalter Kontaktkörper, z. B. aus Kupfer
3 n-leitender Halbleiter
4 p-leitender Halbleiter

hat man in den letzten Jahren Verbindungen entdeckt, die bei einer verhältnismäßig großen Thermokraft einen geringen elektrischen Widerstand und eine geringe Wärmeleitfähigkeit haben.

Man unterscheidet zwischen p- und n-leitenden Halbleitern. Bei einem p-Halbleiter ist die Thermospannung positiv, bei einem n-Halbleiter dagegen negativ. Besonders große Temperaturdifferenzen zwischen warmer und kalter Kontaktstelle sind mit Schenkeln aus n- und p-leitendem Wismuttellurid und Bleitellurid erzielt worden. Sie betragen bei thermisch isolierter kalter Kontaktstelle bis zu 100 grd, wenn $\vartheta_k = 0^\circ\text{C}$ ist. Die ausnutzbare Temperaturdifferenz ist jedoch geringer, da bei allen Anwendungen eine gewisse Kälteleistung erforderlich ist.

Bevor nun auf die Anwendungsmöglichkeiten der elektrothermischen Kälteerzeugung eingegangen wird, soll noch beschrieben werden, wie ein Thermoelement mit halbleitenden Schenkeln aufgebaut ist. Aus den genannten Halbleitern lassen sich keine Drähte herstellen. Schenkel in Drahtform wären auch sehr ungeeignet, denn, wie aus Bild 3 hervorgeht, ist die Peltier-Kälteleistung um so größer, je höher der durch das Thermoelement fließende Strom ist. Da die Joulesche Wärme $P^2(R_A + R_B)$ aber klein sein soll, müssen die Schenkel so bemessen sein, daß ihr elektrischer Widerstand gering ist. Dies kann man bei gegebenem spezifischem Widerstand durch verhältnismäßig kurze Schenkel mit großem Querschnitt erreichen.

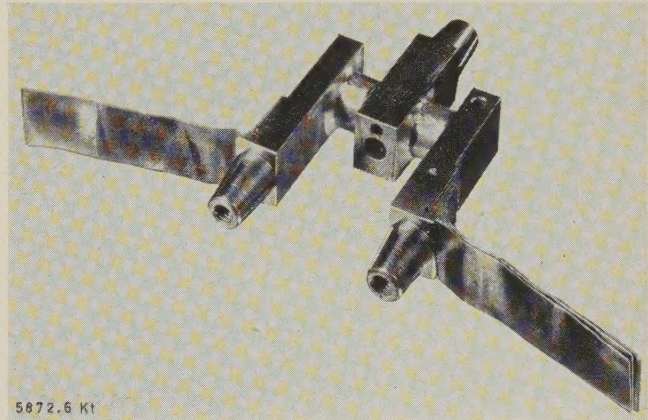


Bild 6. Peltier-Element Ausführung A. (Werkbild AEG)

Elemente mit geeigneten Abmessungen der Schenkel zeigen die Bilder 5 a und b. Die Thermoelemente bestehen aus einem n- bzw. p-leitenden Halbleiter mit kreisförmigem oder rechteckigem Querschnitt und je zwei Kontaktkörpern beispielsweise aus Kupfer. Diese sind über Zuleitungen an Gleichspannungsquellen angeschlossen. Bei Stromdurchgang im angegebenen Sinne kühlt sich beim n-leitenden Element das rechte Kontaktstück ab, und das linke erwärmt sich. Beim p-leitenden Element ist es umgekehrt. Diese Thermoelement-Anordnungen sind aber nicht sehr zweckmäßig, da über die Stromzuführungen den kalten Kontaktstellen laufend Wärme zugeführt wird. Kombiniert man dagegen beide Anordnungen entsprechend Bild 5 c, so ist der gemeinsame kalte Kontaktkörper von Stromzuführungen frei.

Bild 6 zeigt ein Kühlelement in technischer Ausführung. Die Kontaktkörper sind mit konischen Ansätzen versehen. Sie dienen zum Anschluß des zu kühlenden Gegenstandes an den kalten Kontaktkörper und der Kühlfahren oder Kühlrippen an den beiden warmen Kontaktstellen. Zur Stromzuführung sind an den warmen Kontaktkörpern Anschlußfahnen angebracht.

Eine andere Anordnung der Schenkel hat das Kühlelement in Bild 7. Die Thermoelementschenkel liegen hierbei nebeneinander. Die beiden warmen Kontaktkörper sind mit

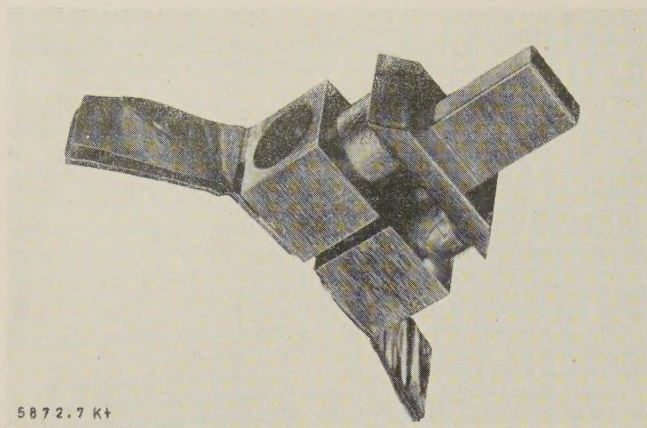


Bild 7. Peltier-Element Ausführung B mit wassergekühlten warmen Kontaktkörpern.
(Werkbild AEG)

Bohrungen versehen, durch die Kühlwasser geleitet werden kann. Ein Kühlelement ähnlichen Aufbaus, jedoch mit Rippen zum Übertragen der Kälte und Wärme an die umgebende Luft, zeigt Bild 8.

Anwendung der elektrothermischen Kühlung

Die Kälteerzeugung mit elektrothermischen Elementen hat gegenüber den herkömmlichen Verfahren zur Kälteerzeugung Vorteile, die es verständlich machen, daß man seit der Entdeckung des Peltier-Effektes immer wieder versucht hat, ihn technisch auszunutzen. Einer der wesentlichsten Vorteile ist das Fehlen chemischer Kältemittel, wie sie bei Absorber- oder Kompressor-Kühlaggregaten erforderlich sind. An ihre Stelle treten bei der elektrothermischen Kühlung die beweglichen Ladungsträger. Daher wird die Kälte völlig geräuschlos und ohne Verschleiß und Dichtungsschwierigkeiten erzeugt. Ein weiterer Vorteil ist die stufenlose Regelbarkeit der Kälteleistung durch Änderung der Stromstärke. Für eine Reihe von Anwendungen ist ferner der leichte Übergang von der Kälte- zur Wärmeerzeugung durch Umpolen des Stromes von Nutzen.

Diesen technischen Vorteilen steht heute noch der Nachteil gegenüber, daß das Verhältnis von Kälteleistung zu aufgewendeter elektrischer Leistung (Leistungsziffer) geringer ist als bei Kompressor-Kühlaggregaten. Das trifft allerdings nicht mehr zu, wenn der Kälteleistungsbedarf sehr gering ist. In solchen Fällen ist die elektrothermische Kühlung den herkömmlichen Verfahren der Kälteerzeugung sogar überlegen. Deshalb sollen zunächst diejenigen Anwendungen der elektrothermischen Kühlung besprochen werden, die man unter dem Stichwort Punktkühlung zusammenfassen kann.

Bereits mit einem einzigen Kühlelement, wie es in Bild 6 oder 7 dargestellt ist, ist es beispielsweise mög-

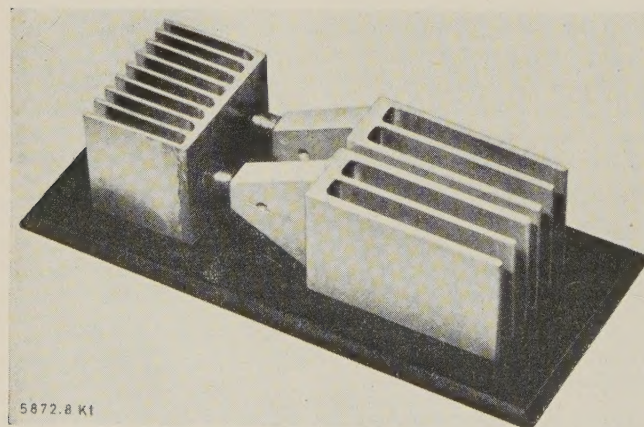


Bild 8. Peltier-Element mit Rippenkörpern.
(Werkbild Whirlpool Corporation, USA)

lich, ein Feuchtigkeits-Meßgerät zu bauen. Man bildet das kalte Kontaktstück als Spiegel aus und verringert seine Temperatur durch Erhöhung des Stromes so lange, bis sich auf der Oberfläche Feuchtigkeit niederschlagen beginnt. Je tiefer dieser Taupunkt liegt, um so geringer ist der Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Atmosphäre. Derartige Taupunkt-Hygrometer sind im Ausland bereits gebaut worden.

Aus zwei in Reihe geschalteten Kühlelementen besteht ein in Bild 9 dargestellter Mikroskop-Kühltisch. Jedes dieser Elemente entspricht im Prinzip der in Bild 7 dargestellten Ausführung. Die 12 mm × 12 mm große Tischplatte wird aus den kalten Kontaktkörpern gebildet. Bei optimalem Strom kühlt sie sich in einer halben Minute auf eine Temperatur von etwa -35°C ab. Ändert man die Stromrichtung, so erwärmt sich die Tischplatte innerhalb weniger Sekunden auf eine Temperatur von etwa $+100^{\circ}\text{C}$. Dieser Mikroskoptisch eignet sich beispielsweise für biologische oder kristallographische Untersuchungen, bei denen die Temperatur in dem genannten Bereich geändert werden soll.

Ein weiteres Anwendungsgebiet, bei dem nur geringe Kälteleistungen benötigt werden, ist die Kühlung von elektrischen Bauelementen. Einige, wie beispielsweise Photowiderstände, Photoelemente und Spezial-

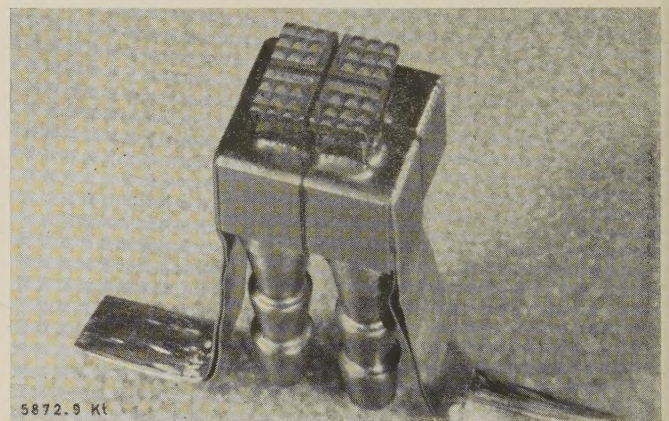


Bild 9. Mikroskop-Kühltisch mit wassergekühlten Kontaktkörpern.
(Werkbild AEG)

gleichrichter verbessern nämlich ihre Eigenschaften, wenn man sie auf tiefe Temperatur bringt. Bei anderen dagegen kommt es darauf an, daß ihre Eigenschaften konstant bleiben, wenn sich die Außentemperaturen in weiten Grenzen ändern. Auch diese Aufgaben lassen sich mit elektrothermischer Kälte- und Wärmeerzeugung in verhältnismäßig einfacher Weise lösen. Benutzt wird z. B. ein Peltier-Mikrothermostat, dessen Inneres auf 20°C konstant gehalten wird, wenn sich die Außentemperatur im Bereich von -40°C bis $+70^{\circ}\text{C}$ ändert [2].

Für Untersuchungen der Temperaturabhängigkeit von Werkstoffeigenschaften sowie von elektrischen und mechanischen Bauelementen eignet sich der in Bild 10 dargestellte Thermostat. Er hat einen Nutzraum von 7,5 l und kann für den Temperaturbereich von -25 bis $+80^{\circ}\text{C}$ verwendet werden. Die Kälte oder Wärme wird durch Rippen übertragen, die an den kalten Kontaktkörpern angebracht sind. Eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Inneren des Thermostaten wird durch Luftumwälzung mit einem Tangentiallüfter erreicht.

Ein Säuglingsflaschenkühler, der in den Laboratorien der Westinghouse Electric Corp. entwickelt wurde, zeigt besonders anschaulich, wie man die Vertauschbarkeit von kalten und warmen Kontaktstellen durch Umkehr der Stromrichtung anwenden kann (Bild 11). In dem runden Behälter, um den die Kühlelemente angeordnet sind, wird die Flasche zum Frischhalten der Milch binnen kurzer Zeit auf 4°C abgekühlt. An der Schaltuhr kann man nun

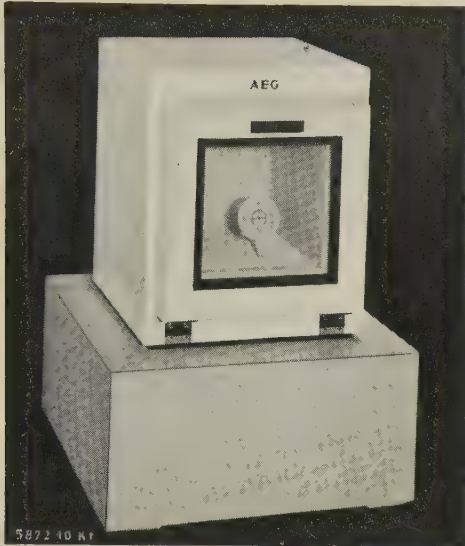


Bild 10. Thermostat für Temperaturen von -25°C bis $+80^{\circ}\text{C}$.
(Werkbild AEG)

die Zeit einstellen, zu der der Säugling seine Nahrung erhalten soll. Etwa 20 Minuten vor diesem Zeitpunkt wird der Strom umgepolt und die Flasche erwärmt. Hat die Milch die richtige Temperatur erreicht, ertönt ein Signal.

Die größtmögliche Wirtschaftlichkeit mit Peltier-Elementen wird dann erreicht, wenn der Kühleffekt an dem kalten Kontaktkörper und gleichzeitig die Wärmeabgabe von den warmen Kontaktkörpern ausgenutzt wird. Bei dem in Bild 12 dargestellten Servierwagen der Westinghouse Electric Corp. sind die Kühlelemente so angeordnet, daß die warmen Kontaktkörper in das obere Fach und die kalten Kontaktkörper in das untere Fach hineinragen. In den Räumen stellen sich Temperaturen von $+65^{\circ}\text{C}$ und $+7^{\circ}\text{C}$ ein. Der Gleichstrom für die Kühlelemente wird einem eingebauten Akkumulator entnommen, der über einen Gleichrichter aus der Steckdose wieder aufgeladen werden kann.

Von allen Kühlgeräten hat der Haushaltskühlschrank die größte wirtschaftliche Bedeutung. Es erhebt sich daher zum Schluß die Frage, ob man in Zukunft auch Haushaltskühlschränke mit elektrothermischer Kälteerzeugung bauen wird. Muster sind vor allem im Ausland schon

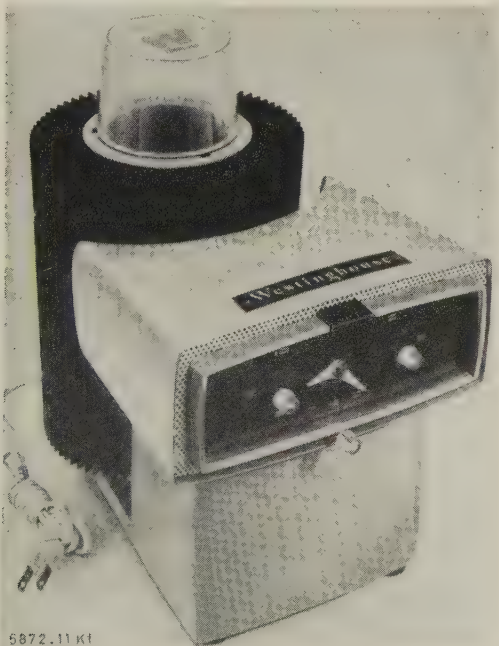


Bild 11. Gerät zum Kühlen und Erwärmen von Säuglingsflaschen.
(Werkbild Westinghouse Electric Corp., USA)

mehrfach hergestellt worden. So hatten beispielsweise die Russen auf der Weltausstellung in Brüssel einen elektrothermischen Haushaltskühlschrank ausgestellt. Mit den heute zur Verfügung stehenden Kühlelementen läßt sich in der Tat ein Gerät bauen, das den heutigen Kompressor-Kühlschränken gleichwertig ist, sofern man von den Betriebskosten und vom Anschaffungspreis absieht. Der Stromverbrauch eines solchen Peltier-Kühlschranks wäre nämlich 2 bis 3-mal höher als der eines Kompressor-Kühlaggregates gleicher Kälteleistung. Wesentlich senken ließe er sich nur dann, wenn Schenkelwerkstoffe gefunden werden, die mit einer maximalen Temperaturdifferenz von mindestens 150°C arbeiten. Ob dies aber jemals der Fall sein wird, ist eine Frage, welche selbst fachkundige Physiker heute nicht beantworten können.

Eine kaum weniger schwierige Aufgabe ist es, ein Peltier-Kühlaggregat für den Haushaltskühlschrank herzustellen, das mit dem heute sehr preisgünstigen Kompressoraggregat konkurrenzfähig ist. Die Herstellungskosten der Peltier-Kühlelemente werden sich in Zukunft zwar durch



Bild 12. Servierwagen mit getrennten Fächern zum Kühlen und Wärmen von Speisen und Getränken.
(Werkbild Westinghouse Electric Corp., USA)

Rationalisierung erheblich senken lassen; doch muß man zu dem Peltier-Kühlaggregat auch den Gleichrichter rechnen, der für die Stromversorgung aus dem Netz ja unbedingt erforderlich ist.

Das Beispiel des Haushaltskühlschranks zeigt, daß die elektrothermische Kälteerzeugung die herkömmlichen Verfahren bisher nicht ersetzen konnte. Auf dem Anwendungsgebiet der Kleinkältegeräte wird sie jedoch Bedeutung erlangen; denn hier schließt sie eine vorhandene Lücke der Kältetechnik.

Zusammenfassung

In der letzten Zeit hat neben den bisher bekannten Verfahren zur Kälteerzeugung die elektrothermische Kühlung an Bedeutung gewonnen. Sie beruht auf dem im Jahre 1834 entdeckten Peltier-Effekt. In dem Aufsatz werden die Grundlagen der elektrothermischen Kühlung und der Aufbau von Kühlelementen beschrieben. Welche Kühlprobleme sich zur Zeit mit diesem Kühlprinzip vorteilhaft lösen lassen, zeigen einige typische Anwendungsbeispiele.

Schrifttum

- [1] Joffé, A. F.: Semiconductor thermoelements and thermoelectric cooling. Verlag Intorseach Ltd., London (1957).
- [2] Kolenko, E. A., u. Stibans, L. S.: Halbleiter in Wissenschaft und Technik Bd. 2 (Halbleitergeräte). Akademie-Verlag, Moskau 1958.

KURZ BERICHTET

Etwa 1150 Fernsehsender einschließlich der kleinen Umsetzer sind zur Zeit in Europa in Betrieb, das sind 270 mehr als im Vorjahr. Die meisten Sender hat Italien mit 393, an zweiter Stelle steht die Bundesrepublik mit 291 Anlagen. r

Rund 30 % aller in den Niederlanden verkauften Fernseh-Empfangsgeräte stammen aus dem Ausland, zum größten Teil aus der Bundesrepublik. r

In Australien gibt es über 1,5 Mio. Fernsehteilnehmer bei einer Gesamtbevölkerung von rd. 10 Mio. r

Um die Beschädigung von hölzernen Leitungsmasten durch brennendes Gras und Buschfeuer zu vermeiden, ist die Washington Water Power Comp. dazu übergegangen, den unteren Teil der Masten etwa 2 m hoch mit dicken Aluminiumfolien zu umwickeln. r

Maxsecum ist die Bezeichnung für ein neues Nachrichtenmittel, das angeblich von Unbefugten nicht abgehört werden kann. Die Sprache wird elektronisch in Infrarotschwingungen umgewandelt, die mit einem gewöhnlichen Gerät auf den Empfänger gerichtet werden, der bis 30 km entfernt sein kann. Dort wird der infrarote, modulierte Strahl wieder in Sprachschwingungen umgewandelt. Der Name der neuen Nachrichtentechnik ist eine Abkürzung von Maximum Security Communications. r

Ein nuklearer thermoelektrischer Generator ist in den USA entwickelt worden. Das Gerät ist vor allem zum Speisen kleiner Funkgeräte und Wetterstationen vorgesehen. Es wiegt rd. 18 kg und gibt 150 W elektrische Leistung ab. Als Energiequelle sind Radio-Isotope z. B. Curium 242 eingebaut, die für den ununterbrochenen Betrieb des Gerätes über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr genügen. Der Generator selbst besteht aus 144 kleinen Halbleiterelementen, die von der Kernstrahlung auf 550 °C erwärmt werden. Das ganze Gerät ist rd. 25 cm hoch und hat einen Durchmesser von etwa 40 cm. r

Die japanische Einfuhr nach den USA bedroht auch die Batteriehersteller, die rd. 8000 Personen beschäftigen. Man rechnet damit, daß in diesem Jahr 12 Mio. Batterien für Transistor-Geräte im Lande hergestellt, aber 16 Mio. aus Japan importiert werden. r

Ein tragbares Magnetbandgerät für Farbfernsehen, das nur 60 000 \$ kosten soll, hat eine amerikanische Firma entwickelt. Das Gerät hat eine Bandbreite von 4 MHz und wird aus einem 400-Hz-Netz gespeist. Das Wiedergabegerät, das 84 000 \$ kostet, ist größer und schwerer; es kann an das öffentliche Netz angeschlossen werden. Rgs

Ein neuer Silizium-Varistor mit sehr scharfem Kennlinienknick ist entwickelt worden. Er eignet sich nicht nur zum Abschneiden von Krachimpulsen in der Fernsprechtechnik, sondern auch sehr gut dazu, kleine Spannungen zu begrenzen. Bei Spannungen unter 0,45 V ist der Widerstand größer als 10 k Ω , bei 0,75 V ist der Widerstand kleiner als 1 Ω . Rgs

Siliziumoxyd-Kondensatoren mit der Bezeichnung Oxsil werden in den USA hergestellt. Die Betriebstemperatur kann bis zu 150 °C betragen. Die Kondensatoren werden in Digitalrechenanlagen und ähnlichen Geräten verwendet, wo die Kapazität sehr konstant sein muß. Ein hoher Isolationswiderstand, niedriger Verlustfaktor und geringe Selbstinduktion zeichnen diese Kondensatoren aus. Rgs

14 Typen von Keramikröhren in Miniaturausführung stellt eine Firma in den USA her. Gegenüber Glaskolbenröhren ist die Schwingungsfestigkeit bis zu 1000-mal besser. Eine hohe Eingangsimpedanz ist besonders wertvoll für Infrarot- und NF-Geräte. Rgs

Für gedruckte Schaltungen stellt eine Firma in den USA eine gegen mechanische Schwingungen unempfindliche Mehrschichten-Platine her. Andere Firmen haben Platten entwickelt, die zwischen -85 °C und +200 °C verwendbar sind. Rgs

Baugruppen in Transistorkapseln stellt eine amerikanische Firma her. Sehr häufig gebrauchte Bauelemente, z. B. sechs Halbleiterdioden, werden in einer einzigen Kapsel untergebracht, allerdings nur solche, die keine Wärme entwickeln. Die sechs Dioden enthaltende Gruppe ist z. B. eine Und-Oder-Koinzidenz-Torschaltung, wie sie in Rechenanlagen benutzt werden. Rgs

Ein neuartiger Transistor-Tester, der in den USA entwickelt wurde, prüft Transistoren, ohne daß diese aus der Schaltung genommen werden müssen. Die Schaltungsimped-

denzen werden durch ein neuartiges Neutralisierungsverfahren kompensiert. Der Anzeigefehler des volltransistorisierten Gerätes beträgt $\pm 5\%$. Das Gerät arbeitet mit Batterie und ist tragbar. Rgs

Eine Kapazitätsmeßbrücke mit einem Fehler von nur 0,01 % hat eine amerikanische Firma gebaut. Der Meßbereich geht von 0 bis 0,12 μ F. Im unteren Teil des Bereiches ist die Ungenauigkeit 10⁻⁴ pF. Das Gerät ist unempfindlich gegen Wärme, Spannungs- und Frequenzänderungen. Rgs

Eine Präzisions-Spannungsquelle von 0 bis 11,112 V ist in den USA gebaut worden. Die Spannungen lassen sich auf 1 mV genau einstellen. Die Ausgangsimpedanz beträgt nur 50 m Ω . Das Gerät kann entweder vom Netz oder aus einer Batterie gespeist werden. Rgs

In den USA verwendet die „Seaboard Airline Railroad“ seit kurzem ein neuartiges, mit infraroten Strahlen arbeitendes Gerät zum Überwachen der Achslager fahrender Züge. Das Gerät kann überhitzte Achslager selbst bei höchsten Geschwindigkeiten genau feststellen. Bei Vorhandensein von „Heißbläufeln“ wird selbstverständlich eine Warnlampe im Zuge eingeschaltet und dem Zuggespersonal über Funk sowie dem nächsten Bahnhof über Fernspretleitung gemeldet, welche Achse heißgelaufen ist. l

Einen Hi-Fi-Verstärker, der nur mit vier Vierschicht-Dioden bestückt ist, hat eine amerikanische Firma entwickelt. Der Frequenzbereich liegt zwischen Null und 15 kHz. Eine verbesserte Ausführung gibt 10 W Leistung ab. Rgs

Ein Gesamtsatz von 10 Mrd. \$ wird von der amerikanischen Elektronik-Industrie für 1961 erwartet. Bedingt ist dieser große Umsatz durch Regierungsaufträge, während das Gebiet Rundfunk, Fernsehen, Phono weiterhin geringe Umsätze zeigt. Rgs

200 Mio. Fernsehgeräte wird es nach Schätzungen der USA in zehn Jahren geben. Gegenwärtig gibt es Fernsehen in 75 unabhängigen Ländern mit etwa 100 Mio. Geräten. Innerhalb von fünf Jahren wird Fernsehen über den Atlantik mit Nachrichten-Satelliten möglich sein. Rgs

Silikon-Papier wird in den USA zum Verpacken sehr klebriger Nahrungsmittel, Rohstoffe oder Industrieprodukte verwendet. Nach Angaben der Herstellerfirma soll sich selbst das klebrigste Material sauber aus dem Silikon-Papier herauslösen lassen. Rgs

Der erste Stereo-Adapter, mit dem es möglich sein soll, stereophonisch ausgestrahlte Hörrundfunksendungen mit Hilfe eines vorhandenen einfachen Empfängers auch stereophonisch wiederzugeben, ist von einer USA-Firma herausgebracht worden. Rgs

Das britische Verbundnetz hatte am 15. Mai 1961 — ähnlich wie das deutsche im vergangenen Jahr — erstmals seit 13 Jahren wieder eine größere Störung durch Überlast; von der Störung wurden rd. 2,2 Mio. Abnehmer in Südostengland und in einem Teil von London betroffen. Nach 32 min konnten die ersten Abnehmer wieder versorgt werden; nach rd. drei Stunden war die Störung beseitigt. l

Die Elektrizitätserzeugung der UdSSR soll im Rahmen des Siebenjahresplanes im Jahre 1965 rd. 200 % des Standes von 1958, d. h. rd. 470 TWh erreichen. Der Anteil der Wärmekraftwerke soll, wie bisher, rd. 80 % bleiben, während der prozentuale Anteil der Wasserkraftwerke von 20 auf 15 % gesenkt werden soll. Die restlichen 5 % der Erzeugung plant man aus Kernkraftwerken, die bis 1965 erstellt werden sollen, zu decken. l

Als vorletzte Stufe der Wolga-Kama-Kaskade wurde im Dezember 1960 das Stalingrader Wasserkraftwerk (Gesamtleistung 2410 MW) fertiggestellt. Das Kraftwerk soll in diesem Jahre noch 11 bis 14 TWh abgeben. l

Auf elektrischen Betrieb umgestellt wurde kürzlich der Personenzugverkehr auf der Strecke Gleiwitz—Oppeln—Breslau. l

In der Tschechoslowakei werden „Energowaggons“ gebaut, das sind auf Eisenbahnwagen montierte, vollständig installierte Kraftwerke, deren 2,5-MW-Generator von einer Gasturbine angetrieben wird. Die Gasturbine kann mit Naturgas, mit Dieselöl oder auch mit anderen schweren flüssigen Brennstoffen betrieben werden, wozu zusätzliche Einrichtungen in dem „Energzug“ mitgeführt werden. Der Energowaggon wiegt 107 t und kann mit gewöhnlichen Zügen befördert werden. l

RUNDSCHAU

DK 620.197.23 : 621./93.83

Korrosionsschutzanstriche mit kathodischer Schutzwirkung. Nach Weiner, R.: Techn. Zentralbl. prakt. Metallbearbeitung Bd. 55 (1961) H. 1, S. 26–29; 4 B.

Der Metallpulverzusatz in Anstrichmitteln führt erst dann zu einem zusätzlichen kathodischen Schutz des an kleinen Beschädigungen freiliegenden unedleren Grundmetalls, wenn der Schutzüberzug ein ausreichendes elektrisches Leitvermögen hat. Normalerweise sind in zinkstaubhaltigen Lackanstrichen die Metallpartikel völlig vom nichtleitenden Lack eingehüllt, so daß eine schützende Lokalelementwirkung nur an kleinsten Oberflächenbereichen eintritt, wo zufällig ein blankes Zinkteilchen Kontakt mit der Eisenunterlage hat. Diese Wirkung ist aber für eine wesentliche Verbesserung des Korrosionsschutzes nicht ausreichend.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Untersuchung des in England entwickelten, hoch metallhaltigen Kunstharzlacks Anogal, der durch Streichen, Tauchen oder Spritzen aufgetragen werden kann. Es handelt sich um einen in einem flüchtigen Lösungsmittel gelösten Kunstharzlack, dem 75 % Zink, Chrom und Kadmium als unedles Metallpulver zugesetzt ist. Die elektronenmikroskopische Vergrößerung ergab, daß die Metallteilchen nahezu Kugelform aufweisen und eine sehr gleichmäßige Korngröße von etwa 4 µm Durchmesser haben, was sich offensichtlich günstig auf einen untereinander bestehenden elektrischen Kontakt auswirkt. Die elektrische Leitfähigkeit wurde an einer lackierten Elektrode nachgewiesen, die in ein galvanisches saures Nickelbad oder ein zyankalisches Zinkbad eingehängt war. Die mit dem Rostschutzmittel bedeckte Kathode überzog sich nach kurzem Stromdurchgang gleichmäßig mit einem zusammenhängenden Nickel- bzw. Zinküberzug. Angaben über die Abscheidungsgeschwindigkeit und die benutzte Stromstärke und Spannung, aus denen man die Größenordnung der Leitfähigkeit ersehen kann, werden nicht gemacht.

Korrosionsprüfungen in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft, in gesättigtem Wasserdampf, im Salzsprühversuch und in vierprozentiger Kochsalzlösung ergaben gegenüber normalen Lackanstrichen durchweg eine überlegene Rostschutzwirkung des hoch metallhaltigen Lackanstriches, der sich ähnlich wie galvanisch erzeugte Metallüberzüge verhält. Dies ist offenbar darauf zurückzuführen, daß durch den ausreichenden Zusatz von geeigneten Metallpartikeln und eine dadurch erreichte elektronische Leitfähigkeit zu den an sich schützenden Eigenschaften des Lacks noch eine kathodische Schutzwirkung tritt, wenn durch kleine Verletzungen der Lackschicht das Grundmetall bloßgelegt und der Korrosion ausgesetzt ist.

vB

DK 621.314.65 : 661.951

Quecksilberdampf-Gleichrichter in der Wasserstoffperoxyd-Herstellung. (Mercury arc rectifiers in hydrogen peroxide manufacture: Design and operational experience.) Nach Fletcher, R. O.: Direct Curr. Bd. 5 (1960) S. 81–84 und S. 92; 7 B., 1 Taf.

Der Verfasser beschreibt eine Gleichrichteranlage zum Herstellen von Wasserstoffperoxyd aus Ammoniumbisulfat in wäßriger Elektrolyse. Die Elektrolysezellen arbeiten bei rd. 5 V und 100 A. Durch Parallelschaltung von jeweils 10 Zellen zu einer Gruppe und Reihenschaltung von 100 Gruppen erhält man Einheiten von 1000 A und etwa 500 V. Später wurden diese Einheiten mit 1450 A betrieben. Die beschriebene Anlage zur Gewinnung von 800 t/a Wasserstoffperoxyd besteht aus 14 Einheiten.

Zur Energieversorgung dienen Quecksilberdampf-Gleichrichter in Blockschaltung ohne Gleichstrom-Sammelschiene. Jede Elektrolyse-Einheit wird von zwei 6-anodigen Eisen-Gleichrichtern für je 625 A Nennstrom, 500 V versorgt. Auf Gleichstromschalter und Anodensicherungen wurde verzichtet. Ausgeschaltet wird auf der Primärseite des Gleichrichter-Transformators. Diesem ist ein Regeltransformator mit 12 % Regelbereich in 12 Stufen vorgeschaltet. Eine Regelung zwischen den Stufen mit Gittersteuerung ist nicht vorgesehen. Es ergaben sich daher, entsprechend der Badcharakteristik, Stromschwankungen bis zu 6 %. Die Lastschalter haben monatlich bis zu 1200 Schaltungen durchzuführen. Wie der Verfasser bemerkt, hätte man die Anlage besser mit kontinuierlich regelbaren Transformatoren aus-

gerüstet. Nach Ansicht des Berichters wäre hingegen eine Gittersteuerung einfacher, betriebssicherer und billiger gewesen.

Interessant sind Untersuchungen des Verfassers über den Überstrom beim Zuschalten einer entladenen Elektrolyse-Einheit bei voller Spannung sowie über den Rückstrom, den die Elektrolyse-Einheit bei Kurzschluß abgibt. Der Überstrom beträgt danach nur knapp 20 %. Nach rd. 0,4 s ist der Stromstoß abgeklungen. Der Rückstrom einer 1000-A-Einheit mit 500 V Nennspannung beträgt bis etwa 500 A, die Kapazität etwa 175 As.

Bei 600 A entsprechend 96 % Nennstrom trat in 9 Jahren Betriebszeit durchschnittlich je Gefäß alle 4 Jahre eine Rückzündung auf, bei 725 A entsprechend 116 % Nennstrom je Gefäß alle 1½ Jahre. Die Angabe des Nennstromes ist allerdings bei Gleichrichtern oft willkürlich und nicht vom Gleichrichter selbst, sondern von den Nenndaten des Verbrauchers bestimmt. In Deutschland pflegt man einen Gleichrichter als „gut“ zu bezeichnen, wenn er je 6 Anoden im Jahr nicht mehr als eine Rückzündung macht.

Ga

DK 699.887.2

Wirtschaftlicher Blitzschutz armerter Betonbauten. Nach Berger, K.: Bull. Schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 51 (1960) S. 1193–1194; 1 Qu.

Blitzschutzanlagen haben die Aufgabe, den Blitzstrom vom Einschlagpunkt bis in den Erdboden abzuleiten. Dabei sollen in den metallischen Stromwegen möglichst geringe elektrische Spannungsabfälle auftreten.

Armierter Betonbauten ergeben mit geringsten Kosten einen sehr hochwertigen Blitzschutz, wenn vor dem Betonieren im Armierungsplan und bei der Durchführung der Armierung die Forderungen des Blitzschutzes beachtet werden. Die kreuz und quer verbundenen Armierungsseisen des Betonbaues stellen der Ableitung des Blitzstromes mehr und bessere Stromwege zur Verfügung, als bei nicht armierten Bauten Ableitungen benötigt werden. Drei Bedingungen sind zu erfüllen, um einen sicheren und wirtschaftlichen Blitzschutz bei armierten Betonbauten zu erreichen.

Die senkrecht und waagrecht liegenden Armierungsseisen müssen vom Dach bis zum Erdboden vielfach leitend verbunden werden. Dazu genügen die üblichen Drahtverbindungen. Sie werden von Blitzströmen nicht zerstört, sondern zusätzlich verschweißt.

Die metallenen Dachteile, die als Blitzauffänger wirken, sind mit den oberen Enden der Armierung vielfach metallisch zu verbinden.

Alle als Erdung wirksamen Metallteile (Wasserleitung, Gasleitung, armierte Bodenplatten, unteres Ende von Aufzugsstrukturen, Zentralheizungen usw.) sind mit den unteren Enden der senkrechten Armierung zu verbinden.

Die von der Forschungskommission des Schweizer elektrotechnischen Vereins und VSE für Hochspannungsfragen durchgeführten Versuche haben ergeben, daß der unter Beachtung dieser drei Forderungen an armierten Betonbauten errichtete Blitzableiter einen ausgezeichneten Schutz gewährleistet. Er ist nicht nur im Flachland, sondern auch im Hochgebirge bei schwierigen Erdungsverhältnissen wirksam. Praktisch kostet er nichts als das Darandenken des Bauleiters und vermeidet die oft unschön wirkenden Ableitungen an der Außenseite der Bauten. Die Direktion der Eidgenössischen Bauten wird die in Zukunft zu erstellenden Bauten nach diesem Gedanken gegen Blitzgefahr schützen.

ah

DK 621.337.5-523(52)

Selbsttätige Bremsenrichtung für elektrische Schnellbahnen in Japan. (Discontinuous control stops train accurately.) Nach Ito, T.: Control Engng. Bd. 8 (1961) H. 1, S. 90–93; 7 B.

Die Japanischen Staatsbahnen machen zur Zeit Versuche mit einer selbsttätigen Bremsenrichtung für elektrische Schnellbahnen, die durch Impulse von einer Einschaltspule auf der Strecke ausgelöst, einen elektrischen Triebwagenzug an der gewünschten Stelle in der Station zum Halten bringt.

Der Verfasser beschreibt diese Versuche mit einer automatischen Bremsenrichtung, die eine optimale, nicht lineare Abbremsung eines Schienenfahrzeuges von einem bestimmten Streckenpunkt ab bis zum Stationshaltepunkt bewirkt. Verwendet wird ein Induktionssystem, das mit 100 kHz

punktförmig eine Weginformation, etwa 240 m vor dem Haltepunkt, auf das Fahrzeug gibt. Durch diese wird eine Wegmeßapparatur (distance detector) eingeschaltet. Sie enthält einen Schrittschaltermotor, der von einem Geber an der Radachse Impulse erhält. Die Motorwelle ist entsprechend untersetzt und betätigt den Dreharm eines Ringpotentiometers. Die Impulse und somit die Stellung des Dreharmes sind ein Maß für den zurückgelegten Weg vom Einschaltspunkt ab.

Das Potentiometer ist so bemessen, daß seine Teilspannungen für die einzelnen Wegpunkte einer gewünschten Bremskurve entsprechen. Die wirklich gefahrene Bremskurve geht aus den Geschwindigkeitsanzeigen eines Gleichstrom-Tachometer-Generators hervor, der einen besonderen Achsanschluß hat. Seine Spannungswerte werden mit den Spannungen am Potentiometer verglichen. Das Vergleichsgerät (comparator) prüft, welche der beiden Spannungen größer ist und stellt über entsprechende Relais die Bremskraft höher oder niedriger ein. Gleichzeitig verändert es gemäß der neu eingestellten Bremskraft die Potentiometer-Spannung für den nächstfolgenden Vergleich bis zum Halten des Zuges.

Versuche mit diesem automatischen Bremskontrollsystem wurden mit einem Postzug bei Takaido, 50 km westlich von Tokio, durchgeführt. Durch eine Tastenbetätigung wurde der Zug in Bewegung gesetzt und bis auf 75 km/h beschleunigt. An einem bestimmten Streckenpunkt wurden die Antriebsmotoren abgeschaltet. Das automatische Bremssystem wurde nach dem Versuchsbericht beim Befahren der Einschaltspule 240 m vor dem Haltepunkt eingeschaltet und brachte den Zug mit der geringen Toleranz von ± 10 cm an dem gewünschten Punkt zum Halten. Die Versuche zum Verbessern des Bremssystems werden fortgesetzt.

Lü

DK 621.314.212

Die neue DDR-Einheitstransformatoren-Serie bis 1600 kVA mit Aluminiumwicklungen. Nach Popov, I.: Elektr. Bd. 15 (1961) H. 1, S. 17–20; 7 B., 1 Taf., 3 Qu.

In Mitteldeutschland wurde eine neue Konstruktion für Einheitstransformatoren bis 1600 kVA entwickelt, die eine seit 1955 angewendete Bauart mit erheblich höheren Verlusten als üblich ersetzen soll. Für die neu entwickelte Transformatorreihe soll weiterhin Aluminium für die Wicklungen verwendet werden, da dies einmal dem Rohstoffmarkt entsprechen und zum anderen zu einer wirtschaftlichen Lösung führen würde.

Die Anzahl der Baugrößen wurde zwischen 100 und 1600 kVA auf 7 beschränkt, indem die Grundreihe R 5 nach DIN 323 angewendet wurde. Die Leerlauf- und Kurzschluß-Verluste wurden auf Grund einer Rentabilitätsrechnung gewählt, welche die Einflußgrößen auf die Gesamtkosten unter Berücksichtigung der Zuwachsrate des Energiebedarfs berücksichtigt. Die so gewählten Verlustwerte sind sehr klein.

Die Oberspannungswicklungen sollen in Form einer reinen Lagenwicklung (ohne axiale Unterteilung in einzelne Spulen) ausgeführt werden, wobei an eine automatisierte Herstellung gedacht wird. Die fertigen Wicklungen sollen hydraulisch in axialer Richtung gepreßt und getrocknet, jedoch nicht imprägniert werden.

Der Eisenkern soll aus kornorientierten Blechen mit einer Verlustziffer bei 10 000 G von zunächst rd. 0,6, später 0,5 W/kg mit Rechteckstößen gebildet werden. Für die weitere Zukunft ist an die Verwendung eines symmetrischen Kernes gedacht, dessen Schenkel wie üblich parallel geschichtet sind und dessen Joche aus Ringkernen bestehen. Ein geschichteter Stoß zwischen Schenkeln und Jochen soll dadurch erreicht werden, daß die Ringjoche aus zwei Bändern unterschiedlicher Breite gewickelt werden und damit jedes zweite Schenkelblech in das Joch hineinragen kann. Das Wickeln der Joche und gleichzeitige Einlegen der Schenkelbleche soll maschinell erfolgen.

(Anmerkung des Berichters: Im allgemeinen wird der Kupferwicklung gegenüber der als Notlösung bereits im letzten Krieg in Deutschland angewendeten Aluminiumwicklung der Vorrang gegeben. Runddraht-Lagenwicklungen sind ohne axiale Ölkanäle elektrisch und thermisch schwer zu beherrschen, jedoch rationell zu fertigen. Bei kornorientierten Blechen entstehen durch Rechteckstöße beachtliche zusätzliche Leerlaufverluste. Der beschriebene symmetrische Kern mit Ringjochen kann ohne maschinelle Einrichtungen nur mit außerordentlichem Aufwand hergestellt werden, was bei späteren Reparaturen sehr lästig werden kann. Ferner zwingt diese Kernbauweise, die Schenkelbleche in die Wicklung zu schichten.)

Zk

DK 621.371

Über die Reflexion elektromagnetischer Wellen an einer ebenen, mit einer absorbierenden Schicht versehenen Metalloberfläche. Nach Unbehauen, R., u. Hofmann, H.-J.: Arch. elektr. Übertr. Bd. 14 (1960) S. 521–530; 12 B., 2 Qu.

Die Reflexion elektromagnetischer Wellen an Gegenständen aller Art wird in der Radartechnik zu ihrer Ortung ausgenutzt. Die Verfasser untersuchen die Reflexion linear-polarisierter, ebener Wellen im Zentimeterwellenbereich an einer dünnen, aus nichtleitendem Werkstoff bestehenden Schicht, die auf einer ebenen, unbegrenzten Metalloberfläche aufgebracht ist. Hierfür wird in Abhängigkeit von der Wellenlänge der Reflexionsgrad aus den elektrischen und magnetischen Eigenschaften der verlustbehafteten, in Ausbreitungsrichtung der Welle inhomogenen Absorptionsschicht berechnet.

Ausgehend von den Maxwell'schen Gleichungen wird für den eingeschwungenen Zustand eine Beziehung für den Reflexionsgrad beim senkrechten Einfall dieser Wellenfront hergeleitet und die Abhängigkeit des Reflexionsgrades von der Schichtdicke und von gewissen Parametern untersucht, welche die Werkstoffeigenschaften (Dielektrizitätsbeiwert und Induktionsbeiwert) in der Absorptionsschicht kennzeichnen. Für zwei verschiedenartige Gesetzmäßigkeiten über den Aufbau der Schicht läßt sich die Rechnung formelmäßig durchführen. Für diese beiden, den homogenen Aufbau der Absorptionsschicht enthaltenden Sonderfälle wird die Festlegung gewisser Parameter behandelt; außerdem werden rechnerische und graphische Verfahren zu ihrer zahlenmäßigen Bestimmung angegeben, so daß der Reflexionsgrad in einem breiten Wellenlängenbereich möglichst kleine Werte annimmt. In mehreren Beispielen wird die Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der beiden Verfahren gezeigt.

Hlk

DK 621.374.4 : 529.786

Impulsauswahlverfahren zur Herstellung von genauen Zeitmarken aus Normalfrequenzen. Nach Becker, G.: Arch. elektr. Übertr. Bd. 14 (1960) S. 539–542; 8 B., 7 Qu.

Bei Quarz- und besonders bei Atomuhren sind große Frequenzverteilungsfaktoren erforderlich, um zum Beispiel Zeitmarken von 1 Hz zu erzeugen. Da jede Frequenzteilung mit Phasenschwankungen verknüpft ist, weisen die Zeitmarken in ihrer zeitlichen Lage Abweichungen vom Sollwert auf, die unerwünscht groß sein können. Als sehr betriebssicher können die bei Quarzuhren viel benutzten Frequenzteilerketten gelten, die aus mehreren Mitnahmeteilern oder Regenerativteilern und einem nachgeschalteten Synchronmotor bestehen, der die Zeitkontakte liefert. Innerhalb der Mitnahmebereiche derartiger Teiler kann sich bekanntlich die Phase der geteilten Frequenz um einige Winkelgrade ändern, ohne daß die Synchronisation verlorengeht. Bei Quarz- oder Atomuhren, deren Frequenzen sich je Tag beispielsweise relativ nur um 10^{-11} ändern, dürfen sich die zugehörigen Zeitmarken infolge von Phasenverschiebungen nur um weniger als 10^{-6} s/Tag verschieben, damit in den Zeitmarken praktisch kein Genauigkeitsverlust eintritt. Diese Forderung wird von den meisten elektronischen Frequenzteilern nach dem Zählprinzip (Ketten von Dualstufen) ohne weiteres erfüllt. Man kann sie daher unter der genannten Voraussetzung als phasenstarr bezeichnen. Durch Verbindung einer phasenweichen Teilerkette mit Impulsauswahlschaltungen erhält man Betriebszuverlässigkeit und zugleich phasenstarre Frequenzteilung.

In dem Aufsatz werden ein- und mehrstufige Impulsauswahlschaltungen zum Herstellen von genauen Zeitmarken beschrieben, mit denen die Phasenschwankungen von Frequenzteilern unwirksam gemacht werden können, wenn bestimmte, von den besprochenen Teilern normalerweise eingehaltene Phasenbereichsgrenzen nicht überschritten werden. Die Impulsauswahlschaltungen bestehen im wesentlichen aus Elektronenschaltern und Impulserzeugern, welche die zum Betätigen der Schalter erforderlichen Impulse herstellen. Die ausgewählten Zeitmarken haben praktisch die volle Genauigkeit der Phasenlagen der primären zu teilenden Frequenz, d. h. die Fehler des Verfahrens sind kurzfristig kleiner als 10^{-8} s und langfristig kleiner als 10^{-7} s. Das Verfahren erlaubt eine wesentliche Herabsetzung der Ansprüche an die Genauigkeit der Zeitkontakte der Synchronmotoren. Die Anordnung darf ohne Gefahr für die Zeitmarkenlage abgeschaltet werden, wenn man keine Zeitmarken benötigt.

Hlk

DK 621.3.092

Laufzeitspeicher. Nach *Sattelberg, K.*: Arch. techn. Messen J 083-3 (Dezember 1960) Lfg. 299, S. 265-266; 6 B., 15 Qu.

Laufzeitspeicher beruhen auf einer Verzögerung von Impulsen. Ihr Hauptbestandteil ist eine Laufzeitstrecke (Verzögerungslinie), die bei den einzelnen Speichertypen unterschiedlich ausgebildet ist. Gibt man auf den Eingang (Sender) einer solchen Laufzeitstrecke einen Impuls oder eine Impulsfolge, so erscheint diese erst um die für jede Strecke charakteristische Laufzeit verzögert am Ausgang (Empfänger). Den einfachsten Fall bildet beispielsweise ein Magnetband, bei dem an räumlich getrennter Stelle eingeschrieben und gelesen wird. Die Laufzeit ist hier von der Bandgeschwindigkeit und dem Abstand zwischen Schreib- und Lesekopf abhängig. Führt man die Ausgangsimpulse der Laufzeitstrecke über einen Verstärker und eine Entzerrungsschaltung (zum Ausgleich von Amplituden- und Phasenverzerrung der Strecke) wieder dem Eingang zu, so kann die Information beliebig lange umlaufen und gespeichert werden.

Der am häufigsten verwendete Laufzeitspeicher ist die Quecksilber-Verzögerungslinie. Sie besteht aus einer mit Quecksilber gefüllten Röhre aus Glas oder Stahl, an deren Enden ein Sende- und ein Empfangsquarz angebracht sind. Die zu speichernde Information wird einer Trägerfrequenz von etwa 30 MHz aufmoduliert, wobei nach jedem Durchlauf eine Demodulation mit anschließender Entzerrung und Verstärkung vorgenommen wird. Vor Eingabe in den Sendequarz moduliert man dann wieder neu. Von besonderer Bedeutung ist die Widerstandanpassung zwischen Quarz und Quecksilber, so daß Reflexionen des Signals vermieden werden.

Ein anderer akustischer Laufzeitspeicher ist die magnetostruktive Verzögerungslinie. Ihre Laufzeitstrecke besteht aus magnetostruktivem Werkstoff, beispielsweise Nickeldraht. Die Informationen werden, ohne einem Träger aufmoduliert zu sein, über eine Sendespule eingeschrieben. Der Draht wird hierbei durch den magnetostruktiven Effekt zu longitudinalen Schwingungen erregt, die sich dann längs des Drahtes mit Schallgeschwindigkeit bewegen. Sie erreichen nach der Laufzeit eine am anderen Ende des Drahtes sitzende Empfangsspule, die über einen permanenten Magneten vormagnetisiert ist. Infolge der mechanischen Verformung des Drahtes durch die Longitudinalschwingung ändert sich seine Permeabilität, und in der Empfangsspule wird eine Spannung induziert.

Nach Beschreiben elektrischer Verzögerungslinien, insbesondere der Laufzeitketten in Form mehrerer hintereinander geschalteter Tiefpässe, erläutert der Verfasser den Aufbau elektrischer Laufzeitspeicher mit dem Parametron. Das Parametron bildet einen nichtlinearen Schwingkreis, der beim Anlegen einer Steuerspannung zu einer parametrischen Schwingung angeregt wird. In bezug auf die Schwingungsphase verhält sich das Parametron wie ein bistabiles Element, das die eingeschriebene Information gleichzeitig verstärkt und für die Dauer der Erregung auch speichert.

Hlk

DK 621.375.2

Gleichspannungsverstärker mit besonders guter Nullpunktstabilität. Nach *König, H. L.*: Arch. elektr. Übertr. Bd. 14 (1960) S. 543-553; 27 B., 8 Qu.

Einleitend werden verschiedene Möglichkeiten der Verstärkung von Gleichspannungssignalen besprochen, wobei die Direktverstärkung besonders beachtet wird. Bei direktverstärkenden Gleichspannungsverstärkern strebt man durch die Anwendung besonderer Schaltungen an, die vom Verstärker gelieferten Nutzspannungen von Schwankungen der Betriebsspannung der verstärkenden Röhren möglichst unabhängig zu machen. Bei Gleichspannungsverstärkern mit hoher Eingangsempfindlichkeit tritt noch das Problem der Kopplung der einzelnen Verstärkerstufen auf. Bei der Besprechung der einzelnen Störmöglichkeiten von Gleichspannungsverstärkern zeigt sich, daß bei empfindlichen Verstärkern die Driftstörung — eine sehr langsame, gleichmäßige Abnahme des Kathodenstromes — beseitigt werden muß. Alle Störungen durch Schwankungen der Stromquellen können durch Verwenden von Batterien oder elektronisch stabilisierten Netzgeräten in genügend kleinen Grenzen gehalten werden. Die statistischen Schwankungserscheinungen müssen am Ort ihrer Entstehung bekämpft werden, so beispielsweise durch Verwenden besonders rauscharmer Röhren oder besonders niederohmiger Wider-

stände. Bei mehrstufigen Verstärkern tritt nun noch die zusätzliche Schwierigkeit auf, daß neben der Meßspannung auch die Drift auf die folgenden Stufen übertragen wird. Diese läßt sich mit Hilfe von Kompensationsschaltungen bedingt verringern.

Bei der dann beschriebenen Drift-Kompensationsschaltung handelt es sich um eine Gegentakterverstärkerstufe, deren beide Röhren einen gemeinsamen großen Kathodenwiderstand haben. Auf einem Potentiometer, das zwischen Röhrenanode und gemeinsame Kathode geschaltet wird, läßt sich ein Potentialpunkt einstellen, der von gleichphasigen Aussteuerungen (wie beispielsweise Driftstörungen, Netzspannungsschwankungen, Brumm-Einstreuung usw.) der beiden Gegentaktröhren unabhängig bleibt, während bei Gegentaktaussteuerung das an den Anoden verstärkt auftretende Nutzsignal nur um den Spannungsteilerfaktor der Potentiometereinstellung verringert wird. Abschließend folgt die Beschreibung eines Verstärkers, bei dem bei einer äquivalenten Eingangsrauschspannung von etwa $70 \cdot 10^{-6}$ V (Bandbreite 0 bis 11 Hz) praktisch noch keine Driftstörung meßbar war. Neben dem normalen Rauschpegel zeigten sich auch noch langsame Änderungen der Ausgangsspannung, deren Frequenz kleiner als 10^{-2} Hz war und die im ungünstigsten Fall eine Stör-Amplitude bis zu $100 \cdot 10^{-6}$ V erreichen konnten.

Hlk

DK 621.362 : 523.72

Mit Sonnenenergie gespeister thermionischer Versuchskonverter zur Verwendung im Weltraum. (Experimental solar thermionic converter for space use.) Nach *Oman, H.*, u. *Street, G. Jr.*: Electr. Engng. Bd. 79 (1960) S. 967-972; 10 B., 1 Taf., 5 Qu.

Die vorliegende Arbeit ist das offenbar unter Zeitdruck geschriebene Manuskript eines Vortrags auf der Tagung des American Institute of Electrical Engineers in San Diego am 8. 12. 1960. Die Verfasser betonen im Text ausdrücklich, daß noch keine Versuchsergebnisse vorliegen. Im wesentlichen handelt es sich um die zweckmäßige Auslegung des Hohlspiegels für einen thermionischen Konverter für etwa 15 W elektrischer Leistung. Interessant sind lediglich einige Größenangaben, die jedoch rein auf theoretischen Rechnungen bzw. Schätzungen beruhen: Kathoden- bzw. Anodenfläche je 3 cm^2 , Temperatur der Kathode 2000°K , Temperatur der Anode 780°K , Spiegeldurchmesser 70 cm, Strahlungskonzentration in der Brennebene 1260-fach, Strahlungsleistung in der Brennebene 440 W.

Die Kathode soll also durch die Sonne über einen Hohlspiegel beheizt werden, der natürlich genau auf die Sonne gerichtet werden muß. Die Anode wird durch Abstrahlung über einen von der Sonne abgewandten Rippenstrahler gekühlt.

Eu

DK 621.382.3 : 536.2

Thermische Probleme bei Transistoren. Nach *Thuy, H.-J.*: Elektron. Rdsch. Bd. 15 (1961) H. 1, S. 15-18; 5 B., 2 Taf.

Es besteht die weitverbreitete Meinung, Transistoren hätten eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer. Daß diese Annahme nur unter gewissen Voraussetzungen zutrifft, zeigt die Arbeit von *H.-J. Thuy*. Ein Diagramm läßt den Zusammenhang zwischen Sperrschichttemperatur und Lebensdauer als eine Exponentialfunktion erkennen. Die relative Transistor-Ausfallquote verdoppelt sich bei Germanium-Transistoren bei einer Temperaturerhöhung der Sperrschicht um je 5 bis 10 grd.

In einem weiteren Kapitel behandelt der Verfasser die Wärmeableitung aus dem Transistor. Drei Bilder zeigen den Wärmefluß in Systemen mit Kollektor-, Basis- und Emittorkühlung. An Hand eines Beispiels wird der thermische Innenwiderstand eines kollektorgekühlten Transistors berechnet. Die erforderlichen Werte für die Wärmeleitfähigkeit häufig benutzter Transistor-Werkstoffe sind in einer Tafel zusammengestellt.

Über den Wärmeaustauschwiderstand von Kühlflächen werden ebenfalls sehr ausführliche Angaben gemacht. Obwohl er sich am einfachsten durch Messung ermitteln läßt, werden hier zur Orientierung über die wirksamsten Maßnahmen zum Erniedrigen des Wärmeaustauschwiderstandes Unterlagen für die Berechnung der Strahlungs-, Leitungs- und Konvektionsanteile gegeben. Eine Tafel enthält die Absorptions-Koeffizienten einiger Kühlflächen-Werkstoffe bei 25°C .

Sr

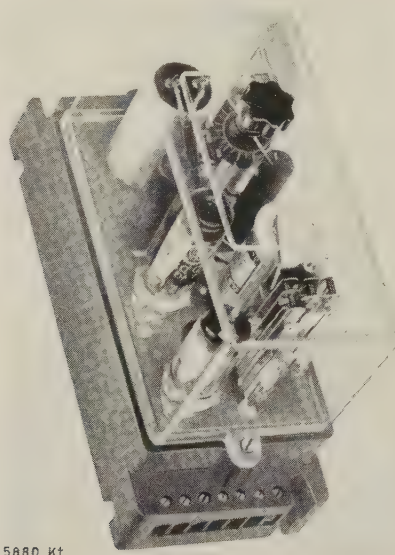
AUS DER INDUSTRIE

Kondensator-Verzögerungsrelais

DK 621.318.563.5

Auf vielen Gebieten der Elektrotechnik, ganz gleich, ob es die Starkstromtechnik, Nachrichtentechnik, Steuer- und Regelungstechnik usw. ist, werden Verzögerungsrelais gebraucht. Die Firma *Franz Baumgartner*, Köln-Niehl, hat auf diesem Gebiet ein anzugverzögertes Relais (Bild 1) neu entwickelt.

Die Verzögerung wird dadurch erreicht, daß ein Metall-Papier-(MP) Kondensator über einen veränderlichen Ladewiderstand aufgeladen wird. Sobald die Spannung am Kondensator die Zündspannung eines parallel geschalteten Kaltkathoden-Thyratrons erreicht hat, zündet dieses und schaltet das Relais ein. Wird der Kondensatorladevorgang vor dem Erreichen der Zündspannung unterbrochen, so bleibt die Ladung auf dem Kondensator eine Zeitlang erhalten. Bei einem unmittelbaren nachträglichen neuen Einschalten verkleinert sich die Anzugsverzögerung um den entsprechenden Betrag der noch vorhandenen Kondensatorladung. Will man derartige Einflüsse vermeiden, so muß der Kondensator über einen besonderen außen liegenden Kontakt oder ein Relais entladen werden.



5880 Kt

Bild 1. Kondensator-Verzögerungsrelais Form AVR.

Die besonderen Vorteile sind, daß eine hohe Zeitgenauigkeit mit einer eingebauten Spannungsstabilisierung erzielt wird. Infolge Fortfall jeglicher Mechanik erreicht man eine lange Lebensdauer. Die Normalausführung wird für 6 verschiedene einstellbare Zeitbereiche geliefert, die in den Grenzen 0,1 bis 2 s; 0,5 bis 10 s; 1 bis 20 s; 3 bis 60 s; 6 bis 120 s und 12 bis 240 s liegen. Der einstellbare Zeitbereich im Verhältnis 1 : 20 kann mit geeichter oder Dezimal-Skala geliefert werden. Als Sonderausführung kann auch jeder andere Zeitbereich im Verhältnis 1 : 20 oder mit einem verengten Bereich 1 : 5 oder gedehnten Bereich 1 : 40 geliefert werden. Die Zeitstreuung beträgt $\pm 5\%$ bei $\pm 20\%$ Netzspannungsschwankung.

Zwei Wechselkontakte für 1,5 A bei ohmscher Belastung und 220 V Wechselspannung sind eingebaut, die eine Mindestlebensdauer von $20 \cdot 10^6$ Schaltungen haben.

Rgs

Automatische Träufelspulen-Wickelmaschine

DK 621.313.1.045.12 : 658.52.011.56

Der ständig steigende Bedarf an kleineren Elektromotoren bei wachsender Schwierigkeit, ausreichend Fachkräfte zu erhalten, zwingt immer mehr dazu, die Wickelarbeiten elektrisch gesteuerten, selbsttätig arbeitenden Maschinen zu übertragen. Eine solche automatisch arbeitende Träufelspulen-Wickelmaschine ist die „Selektamat 230“ der Firma *Heinrich Schümann*, Lübeck. Geeignet ist diese Maschine zum Herstellen von Spulen gleicher oder ungleicher Spulenweite mit gleichen oder verschiedenen Windungszahlen je Spule. Als Beispiel sei angegeben, daß für einen Spulensatz eines 4-kW-Drehstrommotors bestehend aus 18 Spulen zu je 46 Win-

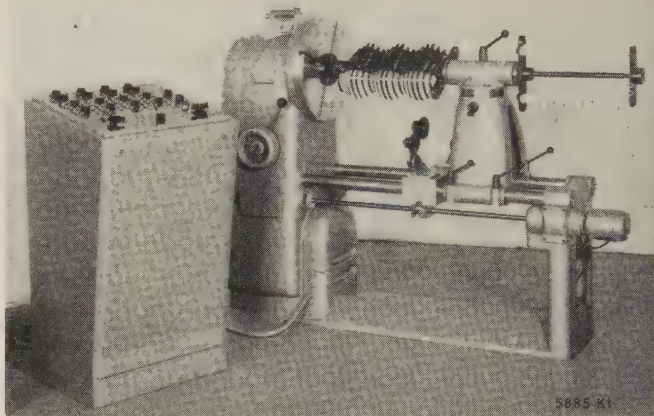


Bild 2. Automatische Träufelspulenwickelmaschine mit Steuerpult.

dungen bei lagenweiser Wicklung mit einem Draht nur 3 min 30 s und bei lagenweiser Wicklung mit drei Drähten nur 1 min 15 s benötigt werden.

Um Totzeiten der Maschine, die z.B. beim Auswechseln der Wickelschablonen entstehen, zu vermeiden, wurde ein Revolverkopf entwickelt, der mit zwei oder drei Schablonensätzen ausgerüstet werden kann. Nach Beendigung eines Wickelvorganges und Abscheiden der Drähte kann die nächste Wickelschablone durch Schwenken des Revolverkopfes und Einrasten in die Antriebsplanscheibe in Betrieb genommen werden. Während der nächste Spulensatz gewickelt wird, können auf der ausgeschwenkten Seite die Spulen abgebunden und abgezogen werden (Bild 2). Sämtliche Arbeitsgänge der Maschine werden durch Ein- oder Abgabe elektrischer Impulse gesteuert, so daß die üblichen Steuerelemente wie Nocken, Mikroschalter, hydraulische Leitungen usw. fortfallen. Sämtliche Bedienungselemente einschließlich der Programmvorwahl wurden mit dem Netzteil in einem Steuerpult vereinigt. Die einzelnen Windungszahlen für die verschiedenen Kammern werden dekadisch mit einem Stufenschalter vorgewählt. Die Wiederholfolge der eingestellten Vorwahl für die Windungszahlen ist ebenfalls vorwählbar. Mit einer Istwert-Anzeige auf dem Steuerpult läßt sich der Ablauf und die Anzahl der Windungen und Spulen genau verfolgen. Ein Drahtriß schaltet sofort die Wickelmaschine ab.

Ein polumschaltbarer Motor treibt über eine Elektro-Magnetkuppelung und ein Zahnrad-Vorwahlgetriebe die Planscheibe an. Eine Magnetbremse bremst die Planscheibe nach Erreichen der Sollwindungszahl ab, damit der Draht sicher in die nächste Kammer übergeleitet wird. Die Drehzahl ist in 9 Stufen von 26 bis 560 U/min einstellbar. Die Maschine ist für vier verschiedene Drahtdickenbereiche stufenlos einstellbar.

Rgs

Neue Gerätestecker und Gerätesteckdosen

DK 621.316.541

In der Steuerungs-, Regelungs- und Meßtechnik werden für den Netzanschluß der elektrischen Geräte steckbare Verbindungen benötigt, die eine einwandfreie Kontaktgabe nicht nur für die unter Spannung stehenden Pole, sondern auch für die Schutzleitung gewährleisten. Auf Grund langjähriger Erfahrungen hat die Firma *Tuchel-Kontakt GmbH*, Heilbronn/Neckar, hierfür einen zweipoligen Geräteanschluß mit vorlaufendem Schutzkontakt nach VDE 0620 für 25 A Nennstrom bei 250 V Wechselspannung, ausgelegt bis 380 V, entwickelt, der aus einer Geräteflanschdose und der beweglichen Kupplungsdose besteht (Bild 3).



5846 K

Bild 3. Zweipolige Kupplungsdose und Geräteflanschdose mit vorlaufendem Schutzkontakt.

Bei diesem Kupplungssystem ist der Erdungspol nicht mit einfachem Schleifkontakt, sondern zum Erzielen eines sicheren Erdpotentials als vorlaufender Vollkontakt mit rüttelsicherer Vielfach-TK-Buchse ausgeführt. Jede der drei Kontaktbuchsen in der Kupplungsdose hat 18 einzeln gefederte Kontaktarme, die mit definiertem Kontaktdruck gleichzeitig an den Kontaktflächen des Profilstiftes der Geräteflanschdose anliegen. Bei jedem Ziehen oder Stecken ergibt sich eine selbstreinigende Wirkung. Für den 18-fachen Kontakt je Pol wird die gesamte zur Verfügung stehende Eintauchtiefe des Kontaktprofilstiftes voll ausgenutzt und somit ein Höchstmaß an gleichbleibender Kontaktsicherheit auch bei starken Erschütterungen erreicht. An der Griffhülse der Kupplungsdose ist eine stabile Kabelschelle vorgesehen, die den Verdrehungsschutz und die Zugentlastung der Zuleitung übernimmt. Eine interessante Neuerung ist die aus weichelastischem Kunststoff bestehende Kabelauslaß-Dichtung. Sie ist an der Kunststoff-Griffhülse angespritzt und ermöglicht es, Zuleitungen von 6 mm bis 13 mm Dmr. zu verwenden, die damit selbsttätig abgedichtet werden.

Zwischen den drei kräftigen Profilkontaktstiften der Geräteflanschdose ist ein Raster für die selbsttätige Verriegelung vorgesehen. Ein gefederter Haken, der beim Steckvorgang einschnappt, verhindert das unbeabsichtigte Herausziehen der Kupplung. Durch Daumendruck auf einen versenkt liegenden Knopf an der Kupplungsdose (Bild 3) wird die Verriegelung während des Ziehvorganges gelöst.

Fr

Neuartiger Tischlüfter

DK 621.631

Als vor etwa 2 Jahren die Firma *Max Braun*, Frankfurt a. M., ihren neuen Heizlüfter vorstellte, bei dem der sonst übliche Flügelventilator durch einen Walzenlüfter ersetzt war, fand das Gerät große Aufmerksamkeit. Der Walzen- oder Tangentiallüfter erfordert

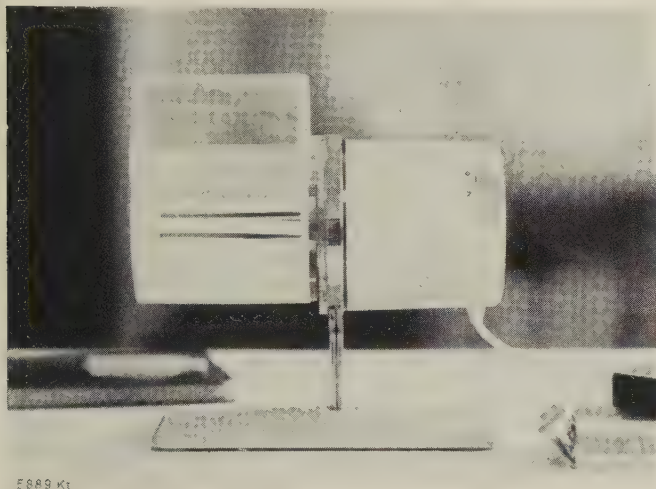


Bild 4. Tischventilator mit Walzenlüfter

zwar einen höheren technischen Herstellungsaufwand als der Flügelventilator, dafür hat er aber bei gleicher Luftförderung einen sehr viel kleineren Durchmesser als jener, so daß die Geräte sehr klein und leicht gebaut werden können. Außerdem bläst der Tangentiallüfter einen breiten Luftstrom fast wirbelfrei aus.

Als logische Fortführung des eingeschlagenen Weges kommt das gleiche Werk nun mit einem Tisch-Ventilator heraus, der den Luftstrom mit einem Tangentiallüfter erzeugt (Bild 4). Wie alle Geräte von Braun, zeichnet sich auch dieser Lüfter durch seine eigenwillige, moderne und ansprechende Form aus.

Wer dieses Gerät zum ersten Mal in Betrieb sieht, ist von seiner Leistung überrascht. In 0,5 m Entfernung von dem Gerät mißt man eine Luftgeschwindigkeit von über 3 m/s, wenn der Motor auf Stufe 2 gestellt ist, und 1,8 m/s auf Stufe 1. Das ist mehr, als man im Allgemeinen als angenehm empfindet, sofern man sich dem Luftstrahl voll aussetzt. Es ist deshalb zweckmäßig, den Lüfter erheblich weiter fortzustellen, als man es sonst gewohnt ist. Sehr vorteilhaft ist, daß man die Richtung des Luftstromes beliebig verändern kann, und zwar nicht nur durch seitliches Drehen des Gerätes, sondern auch in der Höhe, denn die Austrittsöffnung der Luft kann man einfach durch Drehen des Motors z. B. senkrecht nach oben verstellen. Schließlich ist noch das geringe Geräusch des Lüfters hervorzuheben, das auch bei Stellung auf hohe Luftgeschwindigkeit nie stört. Der Motor nimmt 17 W auf Stufe 2 und 7 W auf Stufe 1 auf.

h

Ein Isolationswiderstandsmesser bis 500 T Ω

DK 621.317.734



Bild 5. Skalenbild des Tera-Ohmmeters in natürlicher Größe.

Zum Messen von Isolationswiderständen über 1 T Ω werden vorwiegend elektrometrische und galvanometrische Meßverfahren angewendet. Die Widerstandsmessung wird auf das Messen sehr kleiner Gleichströme zurückgeführt und diese wiederum auf das Messen eines Spannungsabfalls an einem großen, bekannten Widerstand. Bei dem neuen Tera-Ohmmeter der *Norma GmbH*, Wien, wird eine Elektrometerröhre verwendet, die das gewünschte Ziel bezüglich kleinstem meßbaren Strom gut erreichen läßt. Das Gerät enthält als Meßspannungsquelle einen elektronischen Spannungsstabilisator mit einer Spannungsverdopplerschaltung zum Erzeugen der Spannung von 500 V, die als Meßspannung und als Anodenspannung dient. Der Spannungsquelle wird auch der Heizstrom für die Elektrometerröhre entnommen. Der Meßwiderstand von 10¹⁰ Ω liegt am Gitter der Elektrometerröhre. Da diese Röhre nur eine geringe Spannungsverstärkung ergibt, wird ein Gleichspannungsverstärker, bestehend aus den beiden Systemen einer Doppeltriode verwendet. Das eine System dient als Verstärker und das andere der Kompensation auftretender Schwankungen.

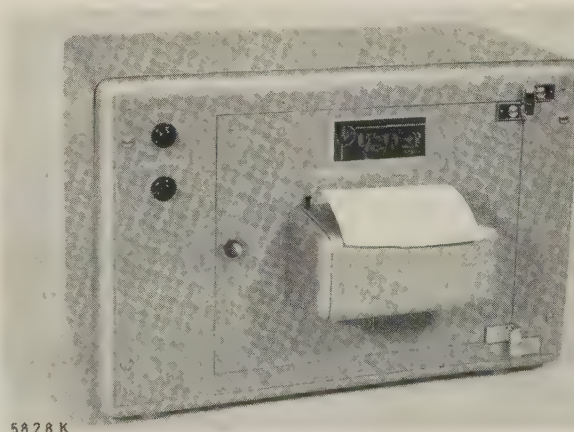
Das Gerät enthält 28 Meßbereiche, die verschiedenen Meßspannungen zugeordnet sind, und einen Multiplikator zu dem die zwei Skalen des Anzeigeinstrumentes mit doppelter Bezifferung gehören (Bild 5). Es ergibt sich eine gute Ablesemöglichkeit für alle Widerstände im Bereich von 0,6 Ω und 500 T Ω . Der Meßfehler liegt je nach dem Bereich zwischen 2 % der Skalenlänge zuzüglich 2 % bis 5 % vom Sollwert. Mit diesem Tera-Ohmmeter lassen sich alle bekannten Meßschaltungen zum Bestimmen von Isolationswiderständen, z. B. auch an Kabeln oder Kondensatoren mit sehr vereinfachter Bedienung verwirklichen.

Hö

Druckende Registriergeräte

DK 621.317.7.087.9

Für die fortlaufende Überwachung von Fertigungsvorgängen und des Fabrikationsablaufes spielt die Aufzeichnung von Meßwerten eine wichtige Rolle. Verschiedene Arten von Druckgeräten sind in der Lage, eine 7- bis 15-stellige Zahl zu drucken. Eine allgemeine Verwendung dieser Geräte setzt aber meist voraus, daß neben dem Meßwert noch zusätzliche Informationen geschrieben werden können. Einen Druckapparat, der diesen Bedingungen genügt, stellt die Firma *Hermann Wetzer KG*, Pfronten/Bay., her (Bild 6). Mit diesem Gerät kann man z. B. die Impulse von



5828 K

Bild 6. Druckgerät als Tischgerät für unmittelbare Ablesung

Zählröhren und die Ergebnisse elektronischer Rechenanlagen unmittelbar aufzeichnen. Vorzeichen, Exponenten und andere mathematische Hinweise können ebenfalls geschrieben werden.

Eine solche Druckeinheit besteht im allgemeinen aus drei Teilen, und zwar:

- aus dem Typenratsatz mit den Wählmagneten zum Einstellen der Typenräder,
- dem Druckteil mit den Druckhämern und
- der Papier- oder Farbband-Transporteinrichtung.

Das Druckgerät ist nach einem Baukastenprinzip entworfen worden, so daß durch Kombination verschiedener Typenratsätze fast alle Wünsche der Kunden erfüllt werden können. Die Typenräder, die zu Sätzen von 2, 4, 6 oder 8 Rädern zusammengestellt werden, haben auf dem Umfang 10 oder 12 Zeichen. Diese Typenratsätze werden in zwei Ausführungen hergestellt. Bei der einen Art kann jedes Typenrad für sich eingestellt werden, so daß man jede beliebige Zahl einstellen kann. Diese Art nennt man Einzeldekadenschaltung. Im anderen Fall schaltet jedes Typenrad nach vollendetem Umlauf mit einem besonderen Kontakt das nächste Typenrad um eine Einheit weiter. Diese Art ist für eine fortlaufende Registrierung geeignet. Man bezeichnet sie mit Überwurfkontakt.

Die Einstellgeschwindigkeit der Typenräder entspricht 50 Hz. Der Druckteil des Gerätes wird der Zahl und Art der Typenräder angepaßt. Gedruckt wird entweder mit einem normalen Schreibmaschinen-Farbband oder mit Kohlepapier, wobei man im letztgenannten Fall gleichzeitig neben dem Originalschreiben noch eine Kopie herstellen kann. Für den Papiervorschub ist ein Motor eingebaut, der das Papier schrittweise oder stetig transportiert.

Die Meßwerte werden durch Stromimpulse für die Wählmagnete der Typenräder eingestellt. Beim Benutzen von Treppenspannungen oder digital gespeicherten Meßwerten sind Zusatzeinrichtungen notwendig. Die Geräte werden mit 60 V Gleichspannung betrieben. Der Leistungsbedarf je Druck- oder Wählmagnet beträgt 18 bzw. 14 W. Die Typengröße der Ziffern und Zeichen ist 3,5 mm, und die Papierbreite kann, je nach Gehäuseabmessung, bis 148 oder 297 mm betragen. Die Druckfolge ist 3 Zeilen je 2 s. Rgs

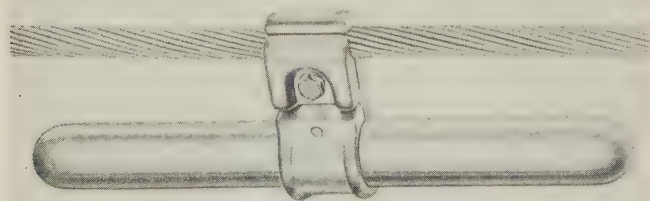
Schwingungsdämpfer für Freileitungen

DK 621.315.1-752.2

Freileitungen für die Verteilung des elektrischen Stromes unterliegen unvermeidbaren Störungseinflüssen durch Stürme, Regen, Eis und Temperaturschwankungen. Besonders durch Wind werden die Drähte in Schwingungen versetzt, so daß die Abspann- und Tragarmaturen der Leitungen gefährdet werden können. Bei der Konstruktion dieser Armaturen muß daher auf ausreichende Schwingungsfestigkeit geachtet werden. Eingehende Versuche in Dauerschwingungsprüfständen sind insbesondere dann erforderlich, wenn diese Armaturen im Ausland verwendet werden, da dort teilweise wesentlich höhere Seilverlegungsspannungen üblich sind. Die auf Grund dieser Erkenntnisse bisher benutzten Konstruktionen sind zwar so ausgeführt, daß die Schwingungen der Drähte verhindert oder zum mindesten gedämpft werden, sie sprechen jedoch im allgemeinen nur bei bestimmten Schwingungsfrequenzen voll an und nutzen sich im Laufe der Zeit ab, wodurch Geräusche entstehen und Störungen nicht zu vermeiden sind.

Von der Firma *Karl Pfisterer*, Stuttgart-Untertürkheim, wurde daher ein Schwingungsdämpfer neu entwickelt, der sich durch einfache, praktisch verschleißfreie Konstruktion, einfache Befestigung und vor allem durch das ungewöhnlich breite Frequenzband seiner Dämpfungswirkung auszeichnet. Es handelt sich hierbei um ein Rohr (Bild 7), das Stahlkies enthält. Die Schwingungsenergie wird zum größten Teil durch Reibung zwischen den Stahlkörnern in Wärme umgesetzt. Das Rohr selbst ist durch Schotte unterteilt, die eine Zusammenballung des Stahlkieses verhüten. Die Versuche ergaben eine starke Dämpfung der Schwingungen bei fast geräuschlosem Betrieb.

Fr



5881 K1

Bild 7. Pfisterer-Schwingungsdämpfer für Freileitungen.

Neue Klangsäule

DK 621.395.623.73

Vor einigen Jahren brachte Telefunken einen Eckenlautsprecher auf den Markt, der bei mäßigem Aufwand eine erstaunlich gute Tonwiedergabe insbesondere auch der tiefen Frequenzen ermöglichte. Eine Abart dieser Ausführung stellt die neue *Telefunken-Klangsäule* dar (Bild 8). Sie besteht aus einer 1,60 m hohen schalltoten Röhre von 25 cm Dmr., deren oberes Ende geschlossen und deren unterer Teil mit Löchern versehen ist. Im oberen Teil der Säule ist ein Ovallautsprecher angeordnet. Die von der Vorderseite der Membran erzeugten Schallwellen werden durch eine Öffnung unmittelbar in den Wohnraum abgestrahlt, während die von der Rückseite der Membran ausgehenden Schallwellungen durch die Löcher im unteren Teil der Säule herausströmen.

Die Klangsäule wirkt ähnlich wie eine Orgelpfeife, die auf tiefe Tonfrequenzen abgestimmt ist und daher die Baßwiedergabe des eingebauten Lautsprechersystems verstärkt. Die Klangsäule ist für eine Nennbelastbarkeit von 6 W ausgelegt und zeichnet sich im Frequenzbereich 50 bis 15 000 Hz durch einen fast linearen Schalldruckverlauf aus. Infolge ihrer verhältnismäßig kleinen Abmessungen kann die Telefunken-Klangsäule auch in kleineren Wohnräumen aufgestellt werden. Der entscheidende Vorteil gegenüber dem früheren Eckenlautsprecher ist, daß die Säule nicht an die Zimmerecken gebunden ist, sondern an beliebigen Orten im Zimmer aufgestellt werden kann. Zwei derartige Klangsäulen eignen sich auch gut für die stereophonische Wiedergabe musikalischer Darbietungen.

HHK

Bild 8. Telefunken-Klangsäule.

5773

Neues Tonbandgerät

DK 681.846.7.083.8

Das Tonbandgerät „Exklusiv“ (Bild 9), das von der *Norddeutschen Mende Rundfunk KG*, Bremen, hergestellt wird, ist ein Vierspurgerät für monauralen Betrieb mit einer Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/s. Bei der Konstruktion wurde das Baukastenprinzip angewendet, um eine möglichst leichte Montage und einfache Reparaturbedingungen zu erreichen. Das Bausteinprinzip enthält hier folgende 3 Gruppen: Aufnahme-Wiedergabeverstärker, HF-Generator und Endstufe.

Der Eingangswiderstand zwischen den Aufnahmebuchsen ist mit 2,2 k Ω niederohmig ausgelegt, so daß, wegen des günstigen Signal-Rausch-Abstandes, die Länge des Mikrophonkabels 100 und mehr Meter sein kann. Die große Eingangsempfindlichkeit mit 0,2 mV für Vollaussteuerung ermöglicht den unmittelbaren Anschluß eines dynamischen Mikrophons. Zum Löschen des Bandes dient der HF-Generator mit einer Löschfrequenz von etwa 68 kHz. Die Endstufe, die nur bei der Kofferausführung eingebaut ist, gibt eine Sprechleistung von 4 W an den eingebauten Lautsprecher ab. Um ein gutes Klangbild zu erhalten, ist neben einer Mehrfach-Strom- und Spannungs-Gegenkopplung eine gehörriichtige Lautstärkenregelung und ein Klangregler eingebaut.

Das Tonband wird von einem Asynchron-Außenläufer-Motor über ein elastisches Zwischenglied angetrieben. Da die Schwingmasse auf der das Tonband tragenden Achse angebracht ist, gleicht die gespeicherte kinetische Energie infolge Spannungsschwankungen etwa auftretende Drehzahländerungen des Antriebes aus. Beim Ausschalten des Tonbandgerätes wird das elastische Zwischenglied durch einen Seilzug außer Eingriff mit den die Tonbänder tragenden Achsen gebracht, um eine Beschädigung des Reibbelages zu verhindern.

Da die Umspulzeit für eine 15-cm-Spule nur 2 min beträgt, entspricht die Umspulgeschwindigkeit rd. 3 m/s. Mit einem Knebel-schalter werden die mechanischen Funktionen über Nockenscheiben gesteuert. Um einen ruhigen und störungsfreien Lauf des Gerätes zu gewährleisten, sind selbstschmierende Sinterlager eingebaut, deren Öl 2000 Betriebsstunden vorhält.

Das Gerät hat drei Drucktasten für Spur 1 und 4, Spur 2 und 3 und Aufnahmesperre. Als Band kann sowohl Lang- als auch Dop-

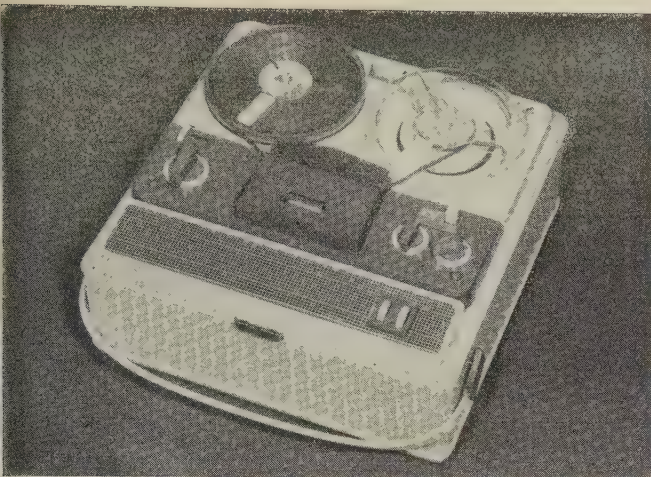


Bild 9. Tonbandgerät „Exklusiv“ mit eingebautem Verstärker.

Spieldband verwendet werden. Die Laufzeit einer vollen 15-cm-Spule beträgt bei einem Langspielband 4 Stunden und bei einem Doppelspielband 6 Stunden. Beim Vorbeilaufen einer auf dem Band angebrachten Schaltfolie an zwei Kontaktpunkten wird das Tonbandgerät selbsttätig ausgeschaltet. Ein Bandzählwerk mit einer dreistelligen Anzeige der Bandlänge ist eingebaut. Im Eingang ist eine optische Anzeige vorhanden, die angibt, ob das Mikrophon, Band oder der Rundfunk eingeschaltet ist. Die Empfindlichkeit der eingebauten Verstärker beträgt bei Mikrofonanschluß 0,2 mV an 200 Ω , bei Bandanschluß 90 mV an 820 k Ω und bei Rundfunkanschluß 0,2 mV an 2,2 k Ω bei einem Frequenzumfang von 50 bis 15 000 Hz. Das Gerät nimmt eine Leistung von 55 W auf.

Rgs

Batterien für Transistorgeräte

DK 621.353 : 621.396.62 : 621.382.3

Die Bedeutung der Transistoren liegt unter anderem in ihrer zunehmenden Verwendung in tragbaren Geräten. Die moderne Transistortechnik kann aber nur dann ihre Vorzüge voll zur Geltung bringen, wenn auch die Spannungsquellen ihren Eigenschaften angepaßt sind. Neben den kleinen Abmessungen des Transistors und seinem geringen Gewicht bei langer Lebensdauer ist sein geringer Verbrauch an elektrischer Energie bei geringer Spannung wichtig. Daher muß die ideale Trockenbatterie für Transistorgeräte ebenfalls klein, leicht und unempfindlich gegen Belastungsschwankungen und mechanische Beanspruchungen sein. Außerdem soll sie im Interesse einer langen Lebensdauer auch noch eine große Kapazität haben.

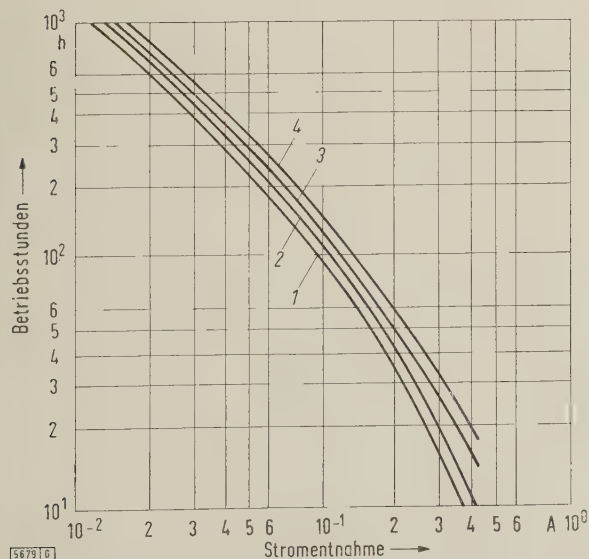


Bild 10. Betriebsstunden, abhängig vom Entladestrom, für verschiedene Endspannungen einer 9-V-PP-Batterie bei täglich vierstündiger Entladung.

1 Kapazität bei 6,6 V Endspannung 3 Kapazität bei 5,4 V Endspannung
2 Kapazität bei 6,0 V Endspannung 4 Kapazität bei 4,5 V Endspannung

Diesen Forderungen entsprechen die „Power Packs“ der Daimon GmbH, Rodenkirchen/Oldenburger. Dies sind Spezialbatterien, die eigens für Transistorgeräte entwickelt wurden. Daß sie die an sie gestellten Forderungen erfüllen, zeigt das Diagramm (Bild 10) für den Typ PP 10. Aufgetragen ist für eine 9-V-PP-Batterie die Betriebsstundenzahl bei einer täglichen Entladezeit von 4 h, abhängig von der Höhe der Stromentnahme für verschiedene Endspannungen. Wie aus dem Diagramm für den erwähnten Batterietyp zu entnehmen ist, werden bei einer täglich 4-stündigen Entladung mit einer Stromstärke von 15 mA eine Gesamtbetriebszeit von rd. 1000 h erreicht, wenn die Spannung der Batterie bis auf 5,4 V sinken darf. Bei 50 mA Stromentnahme erhält man unter den gleichen Bedingungen bei einer Betriebszeit von etwa 300 h. Rgs

Pneumatische Punktschweißzange

DK 621.791.763.1

Zum Verbinden von Kleinteilen, z.B. bei der Herstellung von Massenartikeln auf dem Gebiet des Elektro-Gerätebaues, hat sich aus wirtschaftlichen und technologischen Gründen das Punktschweißen schnell eingebürgert. Die pneumatische Punktschweißzange der Firma Aro Schweißmaschinen, Düsseldorf, ist für diese Zwecke besonders gut geeignet, weil sie einen kleinen Anschlußwert hat und leicht zu handhaben ist.

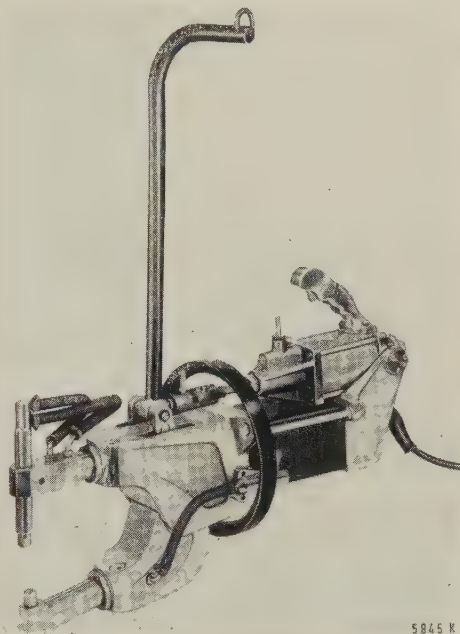


Bild 11. Aro-Punktschweißzange.

Die Schweißzange (Bild 11) ist mit einem Doppel-Kolbenzylinder ausgerüstet, der von einem Dreiwegenventil gesteuert wird, und einen Elektrodendruck bis 300 kp bei 170 mm Ausladung erzeugt. Der Kolben wird mit Preßluft von 6,5 at angetrieben, wobei nur 1,35 m³ Luft für 1000 Schweißpunkte verbraucht werden. Der Schweißvorgang wird durch einen Druckkontakt im Handgriff eingeleitet.

Bei einer Schweißelektroden-Ausladung von 170 mm können Bleche von (3 + 3) mm oder (2 + 10) mm, bei 350 mm Ausladung solche von (2,5 + 2,5) mm und bei 800 mm Ausladung noch Bleche von (2 + 2) mm Dicke geschweißt werden. Die Schweißleistung beträgt bei zwei Blechen von je 1 mm Dicke bis 6000 Schweißpunkte in der Stunde und bei (3 + 3) mm dicken Blechen bis 720 Punkte je Stunde. Die Elektroden werden mit Wasser gekühlt, wofür 210 l Wasser/h verbraucht werden. Die elektrische Schweißleistung der Zange beträgt 10,5 kVA bei einer Spitzenleistung von 36,5 kVA.

Die Zange kann mit einem automatischen Steuergerät ausgerüstet werden, mit dem die Anpreßzeit von 0,1 bis 1 s, die Schweißzeit zwischen 0,07 und 2,5 s, die Nachpreßzeit von 0,1 bis 2 s und ferner die Pausenzeit eingestellt werden können. Nach Bedarf können Standardelektroden verschiedener Form, gerade oder schräg, eingesetzt werden. Die Punktschweißzange wiegt nur 37 kg. Beim Anschluß an 220 V ist der erforderliche Leitungsquerschnitt 10 mm², bei 380 V dagegen 6 mm². Die Zange trägt Sicherungen müssen für 50 bzw. 35 A bemessen sein.

Rgs

VERBANDSNACHRICHTEN

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21
Fernruf: 60 341; Fernschreiber (Telex): 04-12 871;
Telegramm-Kurzanschrift: Elektrobund;
Postscheckkonto: Frankfurt a. M. 388 68.

Inkraftsetzung von VDE 0284/8.61 „Vorschriften für mineralisierte Starkstromleitungen mit Kupfermantel“

Gegen den in ETZ-B Bd. 12 (1960) S. 256 angekündigten Entwurf einer Neufassung von VDE 0284 sind nur 2 Einsprüche eingegangen. Sie wurden inzwischen von dem VDE-Arbeitsausschuß „Isolierte Starkstromleitungen“ der VDE-Kommission „Kabel und Leitungen“ unter Vorsitz von Dipl.-Ing. Th. Wasserburger ordnungsgemäß behandelt. Der Vorstand des VDE hat diese Fassung im Juli 1961 genehmigt, nach dem ihr die VDE-Kommission „Kabel und Leitungen“ zugestimmt hatte. Als Geltungsbeginn ist der 1. August 1961 vorgesehen.

Einzeldrucke können unter der Bezeichnung VDE 0284/8.61 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,60 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär
Lauster

Inkraftsetzung von VDE 0433 Teil 2/8.61 „Erzeugung und Messung von Höchstspannungen“ Teil 2 „Regeln für Spannungsmessungen mit einpolig geerdeten Kugelfunkstrecken“

Gegen den in ETZ-B Bd. 12 (1960) S. 401 angekündigten Entwurf von VDE 0433 Teil 2 „Regeln für Spannungsmessungen mit einpolig geerdeten Kugelfunkstrecken“ sind einige Einsprüche eingegangen. Diese wurden inzwischen von der Kommission „Höchstspannungserzeugung und -messung“ unter Vorsitz von Professor Dr.-Ing. R. Strigel ordnungsgemäß behandelt und der Entwurf entsprechend geändert. Die so entstandene Schlußfassung hat der Vorstand des VDE im Juni 1961 genehmigt und zum 1. August 1961 in Kraft gesetzt.

Die bisherigen Regeln für Spannungsmessungen mit der einpolig geerdeten Kugelfunkstrecke in VDE 0430/XII.41 werden am gleichen Tage ungültig. Für das Messen von gegen Erde symmetrischen Spannungen mit Kugelfunkstrecken kann bis zum Erscheinen gesonderter Regeln VDE 0430/XII.41 zunächst noch weiter benutzt werden.

Einzeldrucke der Neufassung können unter der Bezeichnung VDE 0433 Teil 2/8.61 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 2,40 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär
Lauster

Inkraftsetzung der Änderung b zu VDE 0890 „Richtlinien für den Aufbau und die Verwendung isolierter Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen“

Gegen den in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 8/9 S. 262 angekündigten Entwurf der Änderung b von VDE 0890/4.56 (mit der Änderung a als VDE 0890/7.57 bezeichnet) sind keine Einsprüche eingegangen. Der Vorstand des VDE hat daher diese Änderung im Juli 1961 genehmigt. Als Geltungsbeginn ist der 1. August 1961 vorgesehen.

Einzeldrucke dieser Änderung können unter der Bezeichnung VDE 0890 b/8.61 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,20 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär
Lauster

Einspruchsfristen zu Entwürfen von VDE-Bestimmungen

VDE 0107/... 61 (Entwurf 2) Bestimmungen für elektrische Anlagen und Betriebsmittel in medizinisch genutzten Räumen,

angekündigt in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 13, S. 373,
Einspruchsfrist bis 31. August 1961.

VDE 0721/...61 Leitsätze für industrielle Elektrowärmeeinrichtungen Teile 6 bis 8,

angekündigt in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 11, S. 309,
Einspruchsfrist bis 31. August 1961.

Elektrotechnische Prüfstelle Berlin

Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, Fernruf: 34 80 91

Ungültiger Prüfzeichenausweis

Der auf die Firma

Hans Tautenhahn & Co., Berlin-Lichterfelde-West

lautende Prüfzeichenausweis B 3008/2 Bl. 1 für Heizkissen 220 V, 60 W ist ungültig.

Elektrotechnische Prüfstelle Berlin
Saß

VDE-Bücherei

Die VDE-Bücherei im Neubaugebäude des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE), Frankfurt am Main, Stresemannallee 21, Tel. 6 03 41, steht jedem Interessenten als Präsenzbücherei zur Verfügung. Sie ist von Montag bis Freitag von 8.00 bis 12.00 und von 13.00 bis 17.00 Uhr geöffnet. Zur Verfügung steht Buch- und Zeitschriftenliteratur des In- und Auslandes über Elektrotechnik und ihre Grundwissenschaften seit dem Ende des 19. Jahrhunderts. Etwa 350 inländische und ausländische Zeitschriften werden laufend gehalten. Zur Ermittlung von Schrifttum aus der Elektrotechnik und den Grenzgebieten seit 1948 verfügt die VDE-Bücherei über eine Dokumentationskartei mit derzeit 90 000 Buch- und Aufsatztiteln.

Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE

Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21

Einladung zur NTG-Fachtagung „100 Jahre Elektroakustik“ in Frankfurt a. M.

Der NTG-Fachausschuß 17 „Elektroakustik“ — Leiter Prof. Dr.-Ing. F. Spandöck, München — veranstaltet im Großen Physikalischen Hörsaal des Physikalischen Vereins, Frankfurt a. M., Robert-Mayer-Str. 2-4, vom 26. bis 28. Oktober 1961 eine Fachtagung über das Thema „100 Jahre Elektroakustik“.

Vor Beginn der Tagung veranstaltet das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen gemeinsam mit dem Physikalischen Verein am Vormittag des 26. Oktober 1961 im Großen Physikalischen Hörsaal des Physikalischen Vereins eine

Feier zur Erinnerung an den 26. Oktober 1861,

an welchem Tage *Philipp Reis* seine Erfindung des Telephons erstmals im Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M. vortrug. Auf dieser Feier werden der Staatssekretär im Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, Prof. Dr.-Ing. E. h. K. Herz, und der Vorsitzende des Physikalischen Vereins Frankfurt, Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Ph. Siedler, Ansprachen sowie der Direktor des Physikalischen Instituts der Universität Göttingen, Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. E. Meyer, einen wissenschaftlichen Vortrag halten. Ferner führt im Anschluß daran der Physikalische Verein zwei Erinnerungsfahrten zu dem Grabe von *Philipp Reis* nach Friedrichsdorf am 26. Oktober 1961 und nach seiner Vaterstadt Gelnhausen am 27. Oktober 1961 durch.

Für die Feier werden besondere Eintrittskarten ausgegeben. Interessenten werden gebeten, eine Einladung beim Abteilungsbüro II der Oberpostdirektion Frankfurt, Frankfurt a. M., Friedrich-Ebert-Anlage 58-72, anzufordern.

Für die Tagung selbst sind die folgenden Veranstaltungen vorgesehen:

Donnerstag, 26. Oktober 1961, 15.00 Uhr

Begrüßung durch den Vorstand des VDE-Bezirksvereins Frankfurt, A. Hachmeister, Frankfurt;

Eröffnung durch den Vorsitzenden der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE, W. Kleen, München;

Einführung durch den Leiter des NTG-Fachausschusses 17 „Elektroakustik“, F. Spandöck, München.

Vorträge

Diskussionsleiter: *F. Spandöck*, München.

W. Kallenbach, Braunschweig: Untersuchung der Sprache mit dem Tonhörschreiber.

P. Riedel, Aachen: Über den Einfluß der Rückhördämpfung auf die Tonhöhe beim Fernsprecher.

L. Schreiber, Berlin: Die Wandlereigenschaften des Kondensatormikrophons in HF-Schaltung.

M. Sauer, München: Messungen und Theorien über die Funktion von Kohlegießstrecken im Fernsprechkrophen.

Freitag, 27. Oktober 1961, 9.00 Uhr

Diskussionsleiter: *F. Trendelenburg*, Erlangen.

W. Reichardt, Dresden: Ist $1 \text{ Np} = 8,6858 \text{ dB}$ und darf man Anhängsel an dB anbringen?

W. Eisenmenger, Göttingen: Der heutige Frequenzbereich der Elektroakustik.

W. Schirmer, Dresden: Die objektiv gemessene akustische Richtwirkung von Mund und Ohr.

R. Bücklein, München: Hörbarkeit von Unregelmäßigkeiten in Frequenzgängen bei akustischer Übertragung.

Freitag, 27. Oktober 1961, 15.00 Uhr

Diskussionsleiter: *H.-J. v. Braunmühl*, Baden-Baden.

H. Kultruff, Göttingen: Künstlicher Nachhall.

W. Kuhl, Hamburg: Die Verbesserung von Präsenz und Natürlichkeit bei Lautsprechern mit pseudostereophonem Klangbild.

E. Krauth, München: Neuere Ergebnisse raumakustischer Modellversuche.

H. Klein, Gauting: Klangsynthese und Klanganalyse im elektronischen Studio.

Exkursion

Sonnabend, 28. Oktober 1961

Als Abschluß der Tagung ist eine Exkursion mit Besuch der historischen Stätten in Friedrichsdorf und Gelnhausen nach folgendem Zeitplan vorgesehen:

9.00 Uhr Abfahrt der Omnibusse am VDE-Haus Frankfurt, Stresemannallee 21,

10.00 Uhr Besuch des Grabmals von *Philipp Reis* in Friedrichsdorf, Weiterfahrt zum Garnierschen Institut und nach Büdingen,

11.45 Uhr Zwangloses Mittagessen im „Hotel zum Stern“ in Büdingen, Zwangloser Rundgang durch die Altstadt und den Schloßhof,

14.00 Uhr Weiterfahrt nach Gelnhausen,

14.30 Uhr Empfang durch den Magistrat der Stadt Gelnhausen im historischen Rathaus und Besuch des Denkmals von *Philipp Reis*.

Möglichkeit zur Besichtigung der Marienkirche, der Kaiserpfalz und/oder einer Ausstellung über die Entwicklung des Fernsprechers und des Fernsprechwesens. (Diese Ausstellung wurde zur Philipp-Reis-Festwoche der Stadt Gelnhausen von der Bundespost und der Fernmeldeindustrie in der Philipp-Reis-Schule eingerichtet. Im dort befindlichen Sonderpostamt sind auch Sondermarken und Sonderstempel erhältlich.)

Zwanglose Kaffeetafel im Café „Zum Turm“, Am Burgtor.

17.30 Uhr Rückfahrt nach Frankfurt (Ankunft am Hauptbahnhof gegen 19.00 Uhr).

Für die Fahrtkosten wird ein Betrag von DM 8,— erhoben. Da die Teilnehmerzahl begrenzt ist, werden die zur Verfügung stehenden Teilnehmerkarten in der Reihenfolge des Einganges der Fahrtkosten zugeteilt. Die Anmeldungen werden als verbindlich betrachtet und gelten bei jedem Wetter.

Am Vorabend der Tagung, also am Mittwoch, dem 25. Oktober 1961, ist abends ab 19.00 Uhr ein zwangloses Treffen der Tagungsteilnehmer im Konferenzsaal der Gaststätte des Frankfurter Hauptbahnhofes (Treppenaufgang gegenüber dem Gleis 3) vorgesehen.

Anmeldungen zum Besuch der Tagung und zur Teilnahme an der Exkursion sind bis zum 25. September 1961 an die Geschäftsstelle des VDE-Bezirksvereins Frankfurt, Frankfurt a. M., Rothschildallee 33, zu richten. NTG-Mitglieder, Mitglieder des Physikalischen Vereins sowie (nach Maßgabe noch freier Plätze) auch Studenten erhalten auf Grund ihrer Bestellung die Teilnehmerkarte für die Vortragsveranstaltungen kostenlos. Für Nichtmitglieder beträgt die Tagungsgebühr 15,— DM, um deren Überweisung auf das Postscheckkonto Frankfurt a. M. Nr. 111 290 des VDE-Bezirksvereins Frankfurt gebeten wird. Der Unkostenbeitrag für die Teilnahme an der Exkursion am 28. Oktober 1961 wird ebenfalls auf das genannte Postscheckkonto erbeten. Die rechtzeitig bestellten und — soweit erforderlich — bezahlten Teilnehmerscheine werden den Teilnehmern durch die Post zugesandt; sonst liegen die Tagungsunterlagen in der Tagungsgeschäftsstelle zum Abholen bereit.

Allen NTG-Mitgliedern werden Vordrucke zur Tagesanmeldung und zur Quartierbestellung durch die Post zugestellt. Sie können auch bei der Geschäftsstelle des VDE-Bezirksvereins Frankfurt angefordert werden.

Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE
Geschäftsführung
Burghoff

VDE-ZEICHEN-GENEHMIGUNGEN

74 Nachtrag zur Buchzusammenstellung nach dem Stande vom 1. 11. 1955 mit Sammelnachtrag nach dem Stande vom 1. 1. 1957

Neu erteilte Genehmigungen

Installationsmaterial



D-Schmelzeinsätze

Sicherungen-Bau GmbH, Lünen/Westf.

D-Schmelzeinsätze $R 1\frac{1}{4}$ ", 80 A und 100 A, 500 V, flink und mit erhöhter Verzögerung, nach DIN 49 365, Blatt 2, der bisherigen Bauart Typ: Dz IV — 1041, jetzt auch mit an vier Seiten abgeflachtem Kragen des Isolierkörpers — Typ: wie vor.

D-Sicherungssockel

Gustav Hensel, Elektrotechnische Fabrik GmbH, Altenhundem/Westf.

D-Sicherungssockel E 27, 25 A 500 V, nach DIN 49 320, Typ: SE 25 Ke, jetzt auch mit zusätzlicher Schutzleiterklemme — Typ: SE 25 KE/5.

Fassungen für Glühlampen

Bender & Wirth, Kierspe-Bahnhof

Fassungen 4 A 250 V, dreiteilige Schraubfassung E 27, Typ: 8204, jetzt auch mit Fassungsstein aus Porzellan in geänderter Form — Typ: wie vor.

Richard Demmlers Wwe., Blechhammer/Thür.

Fassung 2 A 250 V, einteilige Einbaufassung E 14 — Typ: 960.

Heinrich Kopp, Kahl am Main

Fassungen 4 A 250 V, dreiteilige Schraubfassung E 27 mit Nippelgewinde $M 10 \times 1$, Fassungsmanntel und Fassungsboden aus Formstoff Typ 31, mit Fassungsstein aus Porzellan, mit Außengewinde und glattem Mantel, Typ: 13 515, 13 533, jetzt auch mit Fassungsstein aus Formstoff Typ 31 — Typ: 13 735, 13 743.

Verbindungsmaterial

Günther Spelsberg KG, Schalksmühle/Westf.

Verbindungs Dosen 2,5 qmm, 380 V, in abgedichteter Ausführung, Gehäuse und Abdeckung aus Formstoff Typ 31, in den Ausführungsarten mit 2, 3 und 4 Einführungen — Typ: 346-020, 346-030, 346-040.

Installationsstecker

Gebr. Berker, Schalksmühle/Westf.

Stecker 25 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt, nicht genormte Ausführung, zweiteilig, quergeteilt, aus Formstoff Typ 31 und 131 — Typ: 25 St 2 b, ... w.

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld/Westf.

Stecker 15 A 380 V~, dreipolig mit Schutz- und Nullkontakt, nicht genormte Ausführung, zweiteilig, quergeteilt, mit seitlicher Leitungseinführung, aus Formstoff Typ 150, Typ: 2364 SWI, jetzt auch mit Leitungseinführung axial — Typ: 2364 S, ... Sw.

N. V. Hollandsche Draad- en Kabelfabriek, Amsterdam

Stecker 10 A 250 V, 15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt, nach DIN 49 441, Typ: 8 010 238, 8 010 233, jetzt auch mit geänderter Distanzstück und geänderter Form — Typ: 8 010 217, 8 010 239.

Albrecht Jung, Schalksmühle/Westf.

Stecker 25 A 250 V, zweipolig mit Schutzkontakt, nicht genormte Ausführung, zweiteilig, quergeteilt — Typ: 25 St 2 b, ... w.

Leopold Kostal, Elektrotechnische Spezialfabrik, Lüdenscheld/Westf.

Stecker 10 A 250 V, 15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt, nach DIN 49 441, Typ: 5040, jetzt auch mit geänderter Buchsenklemme und Zugentlastung — Typ: wie vor.

Stotz-Kontakt GmbH, Heidelberg

Stecker 10 A 250 V, 15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt, nach DIN 49 441, in druckwasserdichter Ausführung, mit Abschlußkappe, Typ: E 5488 Lstwi SS, ... LFst, jetzt auch ohne Abschlußkappe — Typ: E 5488 Lstwi S.

Installationsteckdosen

Bayerische Elektrozubehör GmbH, Lauf (Pegnitz)

Wandsteckdose 15 A 380 V~, dreipolig, mit Schutz- und Nullkontakt, nicht genormte Ausführung, in abgedichteter Ausführung, Typen: 2204 b, ... w, ... Db, ... Dw, ... Zw, ... Zww, jetzt auch in geänderter Gehäuseform — Typ: wie vor.

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld/Westf.

Wandsteckdosen 15 A 380 V~, dreipolig, mit Schutz- und Nullkontakt, nicht genormte Ausführung, für Unterputzverlegung, Typ: 2364 Sr, jetzt auch für Unterputzverlegung ohne Tragring, volle, runde Abdeckplatte aus Formstoff Typ 131 — Typ: 2364 Ei, ... w. Vorgenannte Wandsteckdose für Aufputzverlegung — Typ: 2364 J, ... Jw.

Vorgenannte Wandsteckdose für Aufputzverlegung mit Gehäuse Schutzart „A“ und „B“ — Typ: 2364 WJ, ... WJw, ... WKl, ... WKlw.

Wandsteckdose 10 A 250 V, 15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt, nach DIN 49 440, für Unterputzverlegung, Typ: 2323 ELs ..., jetzt auch für Aufputzverlegung, mit Abdeckung aus Formstoff Typ 31 und 131 — Typ: 2374 ELj, ... w.

Heinrich Kopp, Kahl am Main

Wandsteckdose 10 A 250 V, 15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt, nach DIN 49 440, für Aufputzverlegung, mit Zentraleinsatz aus Formstoff Typ 31 und 131 — Typ: 1702, 1703.

Ortsveränderliche Steckdosen

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld/Westf.

Kupplungssteckdosen 15 A 380 V~, dreipolig, mit Schutz- und Nullkontakt, nicht genormte Ausführung, zweiteilig, quergeteilt, mit axialer Leitungseinführung — Typ: 2364 Ku, ... w.

Installationsschalter

Albrecht Jung, Schalksmühle/Westf.

Schalter 10 A 380 V~, dreipoliger Ausschalter, für Auf- und Unterputzverlegung, mit Schraub- und Spreizbefestigung, Typ: 723 A ..., 723 U ..., jetzt auch mit Gehäuse in Schutzart „B“ aus Formstoff Typ 31 und 131, in den Ausführungsarten mit einem, zwei gegenüberliegenden, oder zwei nebeneinanderliegenden Stützen, mit stützenlosem Gehäuse, bestückt mit Membranabdichtungen, einschiebbar in gefugte Gehäusewand — Typ: 723 Wb, ... Ww/1/53/Wü, ... /2/53/Wü, ... /3/53/Wü, 723 Wpb, ... w.

Gebr. Merten, Gummersbach

Schalter 16 A 250 V~, einpoliger Ausschalter, einpoliger Wechselschalter, einpoliger Kreuzschalter, für Auf- und Unterputzverlegung, mit Schraub- und Spreizbefestigung, oder in Gehäuse Schutzart „B“, aus Formstoff Typ 31 und 131, mit wahlweise runder und viereckiger oder Zentraleinsatzplatte aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typ: 570 APA b, ... w, ... APW, ... APK ..., 570 UPA ..., ... UPW ..., ... UPK ..., 575 Ab, ... w, ... Wb, ... Ww, ... Kb, ... Kw.

Schalter wie vor, als zweipoliger Ausschalter — Typ: wie vor. Schalter 10 A 250 V~, einpoliger Serienschalter, für Auf- und Unterputzverlegung, oder in Gehäuse Schutzart „B“ aus Formstoff Typ 31 und 131, mit wahlweise runder oder viereckiger oder Zentraleinsatzplatte aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typ: 570 APS b, ... w, 570 UPS rd b, ... w, ... vb, ... vw, 575 Sb, ... w.

Geräteschalter (Einbauschalter)

Bernhardt & Schulte, Meinerzhagen/Westf.

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~, 10 A 380 V~, zweipoliger Ausschalter, Warmschalter, zur Kombination mit Schaltuhr — Typ: 7012.

EGO, Elektro-Geräte Blanc & Fischer, Oberderdingen (Württ.)

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~, 10 A 380 V~, Typ: 44.23 415.20, jetzt auch mit geändertem Betätigungsknopf, wahlweise quadratisch oder rechteckig — Typ: wie vor.

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~, 10 A 380 V~, zweipoliger Drehwinkelumschalter, Typ: 42.21 715.12, jetzt auch mit einem zusätzlichen Kontakt — Typ: 45.11 115.02.

Der vorgenannte Schalter jetzt auch mit geänderter Achse und einem weiteren Signalkontakt — Typ: 42.21 915.14, 42.21 915.12.

J. & J. Marquardt, Rietheim bei Tuttlingen

Geräteeinbauschalter 1 A 250 V, einpoliger Umschalter, Typ: 101/1, jetzt auch mit geänderter Form des Kipphebels und des Sockels und Schraubanschluß — Typ: 101/1 M.

Gebr. Vedder GmbH, Schalksmühle/Westf.

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~, 10 A 380 V~, Warmschalter, als Serienparallel-Schalter, zweipoliger Ausschalter oder dreipoliger Ausschalter — Typ: 80/9/4, 80/2, 80/3.

Geräte



Temperaturregler

AEG-Zählerfabrik, Hameln/Weser

Temperaturregler, einpolig zum Einbau in Bügeleisen, Einstellbereich 50 ... 300 °C, maximale Verwendungstemperatur 300 °C — Typ: TK 100.

Gustav Benz, Waiblingen/Rems

Temperaturregler 15 A 220 V~, einpolig, Einstellbereich 0 ... 100 °C, maximale Verwendungstemperatur 100 °C, Typ: 740, jetzt auch 15 A 380 V~ — Typ: 720 R.

Haushaltsbacköfen

Neff-Werke, Bretten/Baden

Einbaubackofen 220 V, 2700 W (Backofen)/3000 W (Grill) gegenseitig verriegelt, Schutzklasse I (mit Schutzleiteranschluß), mit und ohne Dunstabzug — Typ: 1030 UF, 1030 UFY.

Haushalts-Kaffeemaschinen

Carl Feldhaus, Lüdenscheld/Westf.

Kaffeemaschine 220 V, Schutzklasse I (mit Schutzleiteranschluß), in den Nennleistungen 350 bis 500 W und einem Inhalt von 2/3 bis 2 Liter — Typ: 542, 525, 528.

Haushalts-Kühlschränke (Kompressorprinzip)

Alaska-Werk, Bergneustadt/Rhld.

Haushalts-Kühlschrank 220 V, 140 W, Typ: K 135, jetzt auch mit Nennaufnahme 110 W — Typ: Q 135.

Haushalts-Staubsauger

Elektrolux GmbH, Berlin-Tempelhof

Haushalts-Staubsauger 220 V, 400 W, Schutzklasse II (schutzisoliert), für festen Anschluß mit einbaufähiger Zuleitung NYLHY (PR) 2 × 0,75 qmm, Funkstörgrd FN — Typ: Z 65 b.

Händetrockner

Siemens-Elektrogeräte AG, Hausgerätekwerk, Traunreut/Obb.

Händetrockner 220 V, 1600 W, Schutzklasse I (mit Schutzleiteranschluß), für festen Anschluß, mit zweipoligem Zeitschaltwerk, Typ: MT 3, jetzt auch mit geändertem Lüfterrad — Typ: MT 31.

Anschlußgeräte für Rasierapparate

Schutzapparate-Gesellschaft Paris & Co, Schalksmühle/Westf.

Steckdose mit eingebautem Trenntransformator 220/220 V 15 VA, Typ: GRT 15, jetzt auch in den Ausführungen 115/115 V 60 Hz 15 VA, 220/220 V 50 Hz 20 VA, mit Sockel der Steckdose auch aus Formstoff Typ 31 — Typ: GRT 15, GRT 20.

Ton-Rundfunk- und verwandte Geräte

Perpetuum-Ebner, St. Georgen (Schwarzwald)

Zehnplattenspieler in Einbauforn 220/110 V~, 6,5 W, Schutzklasse II (schutzisoliert) — Typ: PE 66.

Spannungssucher

Rausch & Pausch, Selb/Ofr.

Spannungssucher 100 ... 750 V~, mit Anzeige-Glimmlampe und Leitung NSH 1 × 1,5 qmm — Typ: Rapa S.

Leitungen und Zubehör

Kabelvergußmasse

Iso-Elektra, Richard Cordes, Elze/Hannover

Kabelvergußmasse — Typ: SP.



Neu erteilte Genehmigungen zur probeweisen Verwendung



Installationsmaterial

Installationsstecker

Continental Elektroindustrie Aktiengesellschaft Kabelwerk Vohwinkel, Wipperfurth/Rhld.

Stecker 10 A 250 V, zweipolig mit Schutzkontakt, nach DIN 49 441, Zuleitung NYLHY (PR) 3 × 0,75 qmm, jetzt auch mit Zuleitung NSA 3 × 0,75 qmm — Typ: —.

Funk-Entstörung



(Wegen Einführung des neuen Funkschutz-Zeichens und dessen Anwendungsbereich vgl. Veröffentlichung der VDE-Prüfstelle, Frankfurt a. M., und der Elektrotechnischen Prüfstelle, Berlin, in ETZ-A, Band 82, Heft 7, Seite 221 ... 222, vom 27. 3. 1961 und ETZ-B, Band 13, Heft 7, Seite 181, vom 3. 4. 1961).

Funk-Entstörmittel für Otto-Motoren

Ernst Bremicker GmbH, Kierspe/Westf.

Verteiler-Entstörstecker mit eingebautem Widerstand — Typ: 10 221. Entstörstecker mit eingebautem Widerstand — Typ: 10 229. Entstörmuffe mit eingebautem Widerstand — Typ: 10 222.

Gestrichene Genehmigungen

Die hierunter aufgeführten Streichungen von Zeichengenehmigungen verstehen sich — soweit nicht im Einzelfall ausdrücklich etwas anderes angegeben ist — auf Genehmigungsausweise, die wegen Einstellung der Fertigung der bisher genehmigten Artikel oder wegen Übergang auf geänderte und inzwischen neu genehmigte Bauarten ungültig geworden sind.

Installationsmaterial

Installationssteckdosen

Bayerische Elektrozubehör GmbH, Lauf (Pegnitz)

Wandsteckdose 15 A 380 V~, in der Ausführung: Gehäuse in Schutzart „B“, mit einem rückseitigen Stutzen — Typ: 2204 Rb, ... Rw ... sind gestrichen.

BÜCHER

DK 621.3(083.133)VDE(022)

Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Bd. 1: Allgemeines, Starkstromanlagen. 27. Aufl. nach dem Stand am 1. März 1961. Mit 800 S., zahlr. B. und Taf.; Format 15 cm × 21,5 cm. Hrsg. Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) e. V. VDE-Verlag GmbH, Berlin 1961. Preis Ganzln. 20,— DM.

Schon 1½ Jahre nach der 26. Auflage ist der erste Band des Vorschriftenwerkes wieder neu erschienen. Diese rasche Aufeinanderfolge ist kennzeichnend für die Intensität, mit der gegenwärtig, entsprechend dem raschen Fortschreiten der Technik, an dem weiteren Ausbau der Vorschriften gearbeitet wird. Die neue Auflage wurde notwendig, weil von den 38 Vorschriften, die der Band enthält, inzwischen fünf gänzlich neu gefaßt und drei weitere wesentlich geändert worden sind.

Nachdem in der vorigen Auflage die besonders wichtigen „Errichtungsvorschriften“ für Nennspannung unter 1000 V (VDE 0100) völlig neugefaßt erschienen waren, sind jetzt auch die folgenden Vorschriften erneuert worden: die Errichtungsvorschriften für Anlagen von 1 kV und darüber (VDE 0101) mit den dazugehörigen Leitsätzen für die Bemessung auf Kurzschlußfestigkeit (VDE 0103), die Betriebsvorschriften für Starkstromanlagen (VDE 0105), die Leitsätze für Isolation (VDE 0111) und die Errichtungsvorschriften für Bergbaubetriebe unter Tage (VDE 0118). Geändert wurden die Korrosionsleitsätze (VDE 0150) und die Errichtungsvorschriften für explosionsgefährdete Betriebsstätten (VDE 0165). Eine Änderung zu VDE 0170 und 0171 (Schlagwitterschutz und Explosionsschutz) wurde zunächst noch getrennt von den bisherigen Vorschriften in die neue Auflage aufgenommen. Die im Gang befindlichen Änderungen sind damit nicht abgesprochen; die Arbeit der VDE-Kommissionen geht laufend weiter.

Die in diesem Band und auch die in den anderen Bänden der VDE-Vorschriften enthaltenen VDE-Arbeiten können auch einzeln als Sonderdrucke vom VDE-Verlag und durch den Buchhandel bezogen werden.

Hamburg

DK 621.396.029.63(023.3)

Funktechnik II. Höchsthochfrequenztechnik. Bd. 2. „Der Fernmelder“. Fernmeldetechnische Fachbuchreihe. Von G. Schneider. Mit 112 S., 154 B., Format 15 cm × 21 cm. Hrsg. H. Logsch. R. v. Decker's Verlag, G. Schenck GmbH, Hamburg, Berlin, Bonn 1961. Preis brosch. 7,40 DM.

Die Grundlagen der Höchsthochfrequenztechnik oder Mikrowellentechnik, die Erzeugung und Anwendung elektromagnetischer Wellen mit einer Frequenz von 300 MHz werden in leicht faßlicher Darstellung an Hand vieler guter Bilder behandelt. Die gute Bündlungsfähigkeit dieser Wellen empfiehlt ihre Verwendung für Richtfunk, Funkortung, Navigation und Fernlenkung und begründet die wachsende Bedeutung für militärische und zivile Zwecke.

Das Buch zeigt zunächst die Bauelemente der Höchsthochfrequenztechnik, die verteilten Leitereigenschaften, die Auswirkungen der Höchsthochfrequenz auf Induktivität, Kapazität und Widerstand, beschreibt dann die Eigenschaften konzentrierter Bauelemente: Kondensatoren, Spulen, Widerstände und ihre Ausführung. Ein zweiter Teil behandelt Hochfrequenzleitungen, den Verlustwiderstand, die Induktivität, Kapazität und Ableitung, den Wellenwiderstand und die unendlich lange Leitung, den Verlauf der Wellen, die Auswirkungen einer Reflexion am Ende und die Ausbildung stehender Wellen durch diese. Bilder zeigen die Strom-, Spannungs- und Widerstandsverteilung längs der Leiter und die Schwingungsvorgänge auf ihnen.

Darauf folgt die Behandlung der technischen Formen der Höchsthochfrequenzleitungen als verdrillte und Paralleldrahtleitungen sowie als koaxiale Kabel, die darin auftretenden Verluste und die Verwendung für Schwingkreise, als Metallisolatoren, Filter und für Anpassungsglieder, Phasenschieber und als Schalter, endlich die Schaffung von Laufzeitketten mit künstlichen Leitungen.

Die Messungen an Höchsthochfrequenzleitungen und die Lecherleitungen leiten über zum Hohlleiter mit seiner Feldverteilung, die durch anschauliche Bilder gezeigt wird. Es folgen: Die Wellenformen des Hohlleiters, die Anregung von Rohrwellen, die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Wellenlänge in Hohlleitern, die Verbindungen von Hohlleitern, Hohlleiterverzweigungen und Krümmer sowie Richtungskoppler.

Hohlraumresonatoren mit rechteckigem und kreisförmigem Querschnitt und ihre Anregung durch eine kleine Antenne, ihre Abstimmung, die technischen Formen und Anwendungen, insbesondere zur Anpassung von Hohlleitern verschiedener Abmessung.

Der folgende Teil bringt die Elektronenröhren der Höchsthochfrequenz, gittergesteuerte Röhren, den Einfluß der Röhreninduktivität und Kapazität, sowie von Laufzeiten, endlich das Röhrenrauschen. Miniaturröhren, Scheibentrioden, das Klystron und das Reflexklystron (verwendet für Höchsthochfrequenz-Überlagerungsempfänger), die Wanderfeldröhre und das Magnetron werden mit Bildern der Elektronenbahnen und der Feldverteilung erläutert.

In dem Abschnitt über Schalttechnik werden Empfangsschaltungen, Höchsthochfrequenz-Vorstufen, Misch- und Oszillatorstufen in ihrer Wirkung mit Ersatzschaltbildern erklärt, dann Senderschaltungen,

eigen- und fremderregte Sender und schließlich die Antennenformen mit ihren Richtdiagrammen.

Auch dieser Band wird nicht nur den Personen von Polizei und Wehrmacht, sondern auch vielen zivilen Fernmeldetechnikern zur allgemeinen Orientierung auf diesem schwierigen Gebiet willkommen sein und das Verständnis der kommenden Hohlraumkabeltechnik unterstützen.

M. Hebel

DK 621.315.1(024)

Starkstrom-Freileitungen. Bd. 3. Mit 198 S., zahlr. B. und Taf., Format 15 cm × 21,5 cm. Hrsg. Osnabrücker Kupfer- und Drahtwerk, Osnabrück.

Das Buch stellt eine Zusammenfassung der vor einigen Jahren erschienenen Schriften des Osnabrücker Kupfer- und Drahtwerks dar. Teil 1 „Blanke Leiter“ des neuen Buches enthält eine umfassende Übersicht über Leiterwerkstoffe nebst den für die Prüfungen maßgeblichen VDE-Bestimmungen und DIN-Normen sowie über die in Deutschland und im Ausland üblichen Seilbauarten, wobei auch Sonderausführungen, die eine vorübergehende Bedeutung hatten und in Einzelfällen auch heute noch Verwendung finden, erläutert werden. Neben den hier aufgeführten Werkstoffen Kupfer, Bronze, Aluminium und Stahl wäre auch ein Hinweis auf die besonderen Merkmale der Aluminiumlegierung Aldrey, deren Festwerte in Teil 2 „Vorschriften“ — VDE 0210 und DIN-Normen — enthalten sind, zweckmäßig. Vermißt wird außerdem ein Hinweis auf Zweimetalleiter, z. B. Stahl-Kupfer-Drähte, wofür eine normenmäßige Zusammenfassung der Werkstoff-Festwerte seit längerer Zeit angestrebt wird und die u. a. als Erdseile und für Betriebsfernmeldeleitungen in neuerer Zeit mehrfach verwendet wurden.

Im Kapitel „Verlegung der Leiter“ werden die theoretischen Grundlagen für die Ermittlung der Leiterbeanspruchung und die Berechnung des Durchhanges ausführlich anhand von Berechnungsbeispielen behandelt, auch unter Berücksichtigung der Durchhangsvergrößerung im Betrieb.

Teil 2 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen“ ist übersichtlich zusammengestellt und enthält neben den VDE-Vorschriften (Auszug aus VDE 0210), den DIN-Blättern und den österreichischen Normblättern Berechnungsbeispiele und Zahlentafeln über Gewichte, Prüflasten und Widerstände von blanken Leitern. Ein umfangreiches Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Buches ermöglicht das eingehende Studium bestimmter Spezialaufgaben.

Das Buch bietet den Fachingenieuren für den täglichen Gebrauch bei Projektierung und Ausführung von Freileitungsbauten wertvolle Unterstützung und vermittelt den Studierenden der technischen Lehranstalten grundlegende Kenntnisse über Werkstoff und Bauart der Leiter als des wesentlichsten Bestandteiles einer Starkstrom-Freileitung.

K. Fiehlitz

DK 340.134 : 621.039.004.14

Atomgesetz. Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren vom 23. Dezember 1959. Erläutert von K. H. Mattern und P. Raisch. Mit 458 S., Format 14,5 cm × 22 cm. Verlag Franz Vahlen GmbH, Berlin und Frankfurt a. M. 1961. Preis Ganzln. 35,— DM.

Nachdem der Gesetzgeber mit dem Atomgesetz erstmalig versucht hat, eine Rechtsmaterie ohne wesentliche eigene Erfahrung zu gestalten, haben es jetzt die beiden Verfasser gewagt, diese „erfahrungsarme“ Rechtsmaterie zu erläutern. Trotzdem ist dieses Wagnis zu begrüßen.

Das Werk zerfällt in drei Teile:

Gesetzes- und Verordnungstexte, u. a. das Atomgesetz, die Atomanlagen-Verordnung und die Strahlenschutzverordnung; Kommentar zum Atomgesetz, dessen öffentlich-rechtliche Vorschriften und völkerrechtliche Fragen von K. H. Mattern, die übrigen Vorschriften von P. Raisch bearbeitet worden sind. Anhang: dieser enthält u. a. Auszüge aus dem Euratom-Vertrag, dem Versicherungsvertrag und das Übereinkommen über die Haftung gegenüber Dritten (OEEC-Haftungskonvention).

An der Entstehung des Atomgesetzes haben die Herausgeber des Kommentars in den Ausschüssen des Bundestages mitgewirkt. Insoweit dürfte der Wille des Gesetzgebers in der Kommentierung besonders gut berücksichtigt werden. Gleichmaßen erfreulich für Wissenschaft und Praxis ist das Bemühen der Herausgeber um die theoretisch richtige Einordnung mancher neuer Rechtsfragen in das deutsche Rechtssystem. Hier ist die Erfahrungsarmut dem Atomgesetz insoweit zugute gekommen, als keine Aufzählung von Entscheidungen den Blick von den allgemeinen Rechtsgrundsätzen ablenkt. Andererseits bleibt manche Ungewißheit zurück, die gerade den Praktiker stören wird. Erinnert sei an das Problem des Kausalitätsnachweises in Schadensfällen. Es wird zwar von den Verfassern erörtert, aber der Lösung nicht nähergebracht. Auch hätte die neuartige Problematik des Atomrechts die Herausgeber veranlassen können, allgemeine Rechtsgrundsätze kritisch zu überdenken. Wird die Adäquanztheorie im Atomhaftungsrecht angewandt werden können (S. 242)? Weder ist die Lebenserfahrung bisher groß, noch sind „Vorhersehbarkeit und Beherrschbarkeit des Geschehens“ wissenschaftlich völlig gesichert.

Bis die ersten Erfahrungen von der Praxis und Rechtsprechung verarbeitet sind, dürfte das vorliegende Werk jedenfalls die wertvollste Hilfe sein.

R. Berger

DK 620.9 : 330.191.6

Die internationalen Zusammenhänge in der Energiewirtschaft. Vorträge und Diskussionsberichte der 11. Arbeitstagung am 6. und 7. April 1960 in der Universität Köln. H. 11 der Tagungsberichte des Energiewirtschaftlichen Instituts. Mit 190 S., 12 B., 7 Taf., Format 15,5 cm × 23,7 cm. Verlag R. Oldenbourg, München 1960. Preis brosch. 20,— DM.

Wessels gibt unter der Überschrift „Probleme der internationalen Arbeitsteilung in der Energiewirtschaft“ einen Überblick über die gegenwärtigen Wandlungen der international verflochtenen Energiewirtschaft. Bei der Behandlung der Frage, nach welchen Prinzipien die Energiewirtschaft international geregelt werden soll, steht eine internationale Arbeitsteilung auf Wettbewerbsbasis im Vordergrund. Eine Gefährdung der Zahlungsbilanz und den Verlust der Sicherheit der Energieversorgung aus politischen Gründen erkennt er als Einwand hiergegen nicht an. Er zeigt aber eine Reihe von Schwierigkeiten auf, wie z. B. die langen Investitionszeiten und die dafür erforderlichen langfristigen Vorausschätzungen, die der Verwirklichung einer internationalen Arbeitsteilung auf Wettbewerbsbasis entgegenstehen.

Der Holländer Jr. S. A. Posthumus zieht einen „Strukturvergleich der Energiewirtschaft in Westeuropa“. Der Je-Kopf-Verbrauch an Energie liegt in den EWG-Ländern weit hinter denen der USA und Großbritannien zurück und steigt langsamer als der der UdSSR. Der Eigenversorgungsanteil der EWG-Länder ist rückläufig; er könnte jedoch durch eine radikale Modernisierung des Steinkohlenbergbaus wieder zum Steigen gebracht werden. In anschließenden energiewirtschaftlichen Betrachtungen wird behauptet, daß bisher eine wirkliche Energiepolitik noch nicht betrieben wurde und man dazu eine staatliche Steuerung in begrenztem Umfang akzeptieren müsse.

Der Schweizer R. Hochreutiner behandelt die „Internationale Zusammenarbeit in der Elektrizitätsversorgung“. Er umreißt die Aufgaben und Ziele der zu diesem Zweck gegründeten Gremien der ECE, der OECE, der UNPEDE, der FIPACE, der SILPE und der UCPTE. Besondere Beachtung findet die Arbeit der UCPTE, die u. a. an Hand von Diagrammen über den Leistungsaustausch unter den Mitgliedsländern ausführlich geschildert wird.

v. Ludwig befaßt sich mit den „Wirtschaftlichen Verbesserungen des Energieverbrauches und ihre Rückwirkung auf die Energieerzeugung“. Die Nutzungswirkungsgrade der Energieumwandlung sind in allen Ländern recht schlecht und Rationalisierungen sind notwendig und möglich. In der Energiewirtschaft der Bundesrepublik betrug in der Zeit von 1950 bis 1958 der mittlere jährliche Rationalisierungsfortschritt 2,3 %. Er ergab sich durch technische Fortschritte in der Energieverwendung und durch ökonomische Entwicklung.

Hellwig gibt einen Abriss der „Internationalen Marktsituation in der Kohlewirtschaft“. In der westlichen Welt ist die Kohleförderung und der Kohleabsatz rückläufig, in Asien dagegen ansteigend. Der zeitliche Verlauf der Kohleförderung ist jedoch in den westlichen Ländern recht unterschiedlich; dieser Verlauf ist in den USA dem europäischen um ein Menschenalter voraus, so daß daraus Schlüsse für den weiteren Verlauf in Europa gezogen werden können. Die Möglichkeiten und Maßnahmen der Montanunion zur Sanierung der Kohle werden aufgezeigt.

Van den Heuvel schildert die „Erdölwirtschaft in ihren internationalen Zusammenhängen“. Die größten Ölreserven enthält das Gebiet des mittleren Ostens. Produktion und Reserve stehen nicht überall im gleichen Verhältnis. Dieses Verhältnis ist in den USA am größten. Die räumliche Trennung von Erzeugung und Verbrauch verursachen große Transportströme. Der Ölverbrauch steigt überall stark an und eine Verdoppelung bis 1975 erscheint möglich. Die Macht der Ölkonzerne weicht langsam einer wachsenden „freien“ Konkurrenz. Auch in Zukunft wird in Westeuropa genügend Öl zu angemessenem Preis zur Verfügung stehen.

Mit den „Internationalen Aussichten der Gaswirtschaft“ befaßt sich der Franzose M. Lemaire. Sowohl in den USA als auch in der UdSSR ist ein starker Produktions- und Verbrauchsanstieg feststellbar. Für Westeuropa bieten sich gute Möglichkeiten in den Erdgasfeldern der Sahara. Der Verfasser fordert eine schnelle Verwirklichung der hierzu notwendigen Investitionen.

Im Schlußreferat skizziert Burghacher die „Koordinierungsaufgaben der Energiewirtschaftspolitik im gemeinsamen Markt“. Durch Gründung der drei europäischen Gemeinschaften ist die „Europäische Wirtschaftsgemeinschaft“ zwar bereits verwirklicht, die sehr differenzierten Grundlagen und die verschiedenen Zuständigkeitsbereiche bergen jedoch erhebliche Schwierigkeiten, die gemeistert werden müssen. Eindringlich mahnt der Verfasser, den Wert der Saharaenergie für Europa zu erkennen und zu nutzen.

Abschluß des Heftes 27. Juli 1961

Schriftleitung: Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21; Fernruf 60 341, Fernschreiber (Telex) 04-12 871.

Hauptschriftleiter: Dr.-Ing. P. Jacottet (für den redaktionellen Teil verantwortlich).

Schriftleiter: Dipl.-Ing. W. H. Hansen.

Zuschriften für die Schriftleitung nicht an eine persönliche Anschrift, sondern nur an: Schriftleitung der ETZ, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21; Fernruf 60 341.

Die Referate selbst, und die zu ihnen abgedruckten Diskussionsbeiträge lassen erkennen, wie vielfach und gegensätzlich die Meinungen sind und daß für eine gemeinsame Energiepolitik in Europa noch keine einheitliche Konzeption vorhanden ist.

P. Denzel

DK 5+62(038)=089.2=20=30

Scienca kaj Teknika Terminaro (Orig. Esperanto: **Wissenschaftliches und technisches Wörterbuch**) von R. Haferkorn u. K. Dellian unter Mitwirkung von F. J. Belinfante. Mit 248 S., Format 13 cm × 18 cm. Verlag: Japana Esperanto-Instituto, Tokio 1956. Vertrieb: Esperanto-Verlag, Limburg/Lahn. Preis Leinen 15,80 DM.

Wer sich noch erinnert, daß in der ersten Auflage (1938) des von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) herausgegebenen „International Electrotechnical Vocabulary“ auch esperantosprachige Fachausdrücke enthalten waren, begrüßt das Erscheinen des Wörterbuches von Haferkorn und Dellian, denn bekanntlich wurde in der zweiten Auflage des IEC-Wörterbuches (seit 1954) Esperanto durch Niederländisch, Schwedisch und Polnisch ersetzt.

Die beiden Bearbeiter hatten sich die Aufgabe gestellt, wissenschaftliche und technische Fachausdrücke des esperantosprachigen Schrifttums zu sammeln, kritisch zu beleuchten und auszuwählen. Dabei stützten sie sich auf über 50 erreichbare Fachwörterbücher — u. a. auf das IEC-Wörterbuch — sowie auf die Aussprachen der Internacia Scienca Asocio Esperantista (ISAE); sie selber brachten Spezialkenntnisse als Diplomingenieur bzw. als Doktor der Chemie mit.

Das vorliegende Werk ist alphabetisch nach den Esperanto-Benennungen angeordnet. Jedem Stichwort ist eine esperantosprachige Begriffsbestimmung beigegeben, außerdem das Sachgebetszeichen und das Kurzzeichen der herangezogenen Quelle. Die Wortstellen werden vervollständigt durch Benennungen in Deutsch und Englisch, zuweilen auch durch solche in Französisch und Latein oder durch eine DK-Zahl.

Die steigende Zahl der internationalen Kongresse und die hohe Zahl der zugelassenen Arbeitssprachen dürfte so manchen Beobachter mit der Frage nach einer internationalen Sprache beschäftigen. Das Wörterbuch von Haferkorn und Dellian stellt eine der Antworten dar.

A. Warner

BUCHINGÄNGE

(Ausführliche Besprechung vorbehalten)

Aufzeichnung und Schallanalyse von Herzimpulsen mit Anwendungsmöglichkeiten der Wirkung von Schallschocks auf den Menschen. Von F. J. Meister. H. 899 Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen. Mit 40 S., 21 B., 1 Taf., Format 21 cm × 30 cm. Hrsg. Kultusministerium. Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen 1960. Preis kart. 13,50 DM.

Eichordnung. Allgemeine Vorschriften und Abschnitt XV der Besonderen Vorschriften (Meßgeräte für Elektrizität). Mit 46 S., Format 15 cm × 21 cm. Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH, Frankfurt am Main 1960. Stückpreis brosch. 3,— DM (Staffelpreis).

Mitglieder-Verzeichnis mit Herstellernachweis der Fachabteilung Elektro-leuchten im ZVEI. Mit 31. S., Format 15 cm × 21 cm. Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V., Frankfurt am Main 1961. Preis brosch. 4,— DM.

Menschliches Verhalten — Technisches Gestalten. Von E. Everling. Mit 51 S., 34 B., Format 15 cm × 21 cm. H. Kolbenstetter Verlag, Essen 1961. Preis brosch. 5,80 DM.

Halbleiter-Bauelemente in der Meßtechnik. VDE-Buchreihe Bd. 7. Mit 213 S., zahlr. B. und Taf., Format 17,5 cm × 24,5 cm. Hrsg. VDE/VDI-Fachgruppe „Elektrisches und wärmetechnisches Messen“. VDE-Verlag GmbH, Berlin 1961. Preis Halbn. 18,— DM.

Folgende Aufsätze erschienen in der ETZ-A — vom 31. Juli 1961

Heft 16

L. Hannakam: Digitales Universalprogramm für Schaltvorgänge an Drehstrom-Asynchronmaschinen.

U. Queck: Hochfrequenz-Energiekabel.

H. Th. Berg: Zur Berechnung des Anzugsmomentes von Kondensatormotoren.

W. Schuisky: Synchronmaschine mit zwei parallelen Zweigen.

Schluß des Textteiles

Verlag und Anzeigenverwaltung: VDE-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, Fernruf 34 01 41, Fernschreiber (Telex) 01-84 083.

Anzeigenleitung: Kurt Totzauer.

Bezugspreis (halbjährlich zuzügl. Zustellgebühr) 14,— DM,

für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 10,— DM;

Ausgabe A und B zusammen 34,— DM,

für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 24,— DM.

Einzelpreis dieses Heftes 1,50 DM.

Druck: Deutsche Zentraldruckerei AG, Berlin SW 61, Dessauer Straße 6/7